

J. Beclard

Thèse

Paris

1844

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

CONCOURS

POUR

L'AGRÉGATION EN MÉDECINE

(ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE).

THÈSE

SUR LA QUESTION SUIVANTE :

**Des principes immédiats azotés, et de leur distribution dans
l'économie animale ;**

Présentée et soutenue en août 1844,

Par J. BÉCLARD.

PARIS.

RIGNOUX, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
rue Monsieur-le-Prince, 29 bis.

1844

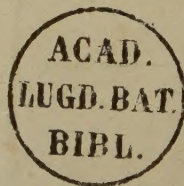
JURY.

	MM.
<i>Président.</i>	ORFILA.
<i>Secrétaire.</i>	AMETTE.
	BÉRARD aîné.
	BLANDIN.
<i>Juges.</i>	BRESCHET.
	GAVARRET.
	BAUDRIMONT.
	HUGUIER.
<i>Juges suppléants.</i>	ROYER-COLLARD.
	CHASSAIGNAC.

COMPÉTITEURS.

MM. C. BERNARD.
DESPRÉS.
DUMÉRIL.
FAVRE.
FIGUIER.

MM. MASSE.
POUMET.
SAPPEY.
TAVERNIER.
BÉCLARD.



A MON AMI

H. G. DE M.

Die Empfindung an dir verschlingt alles; ich habe so viel, und ohne dich
wird mir alles zu nichts.

stances animales, aucune d'entre elles, à une exception près, ne peuvent être reproduites par les puissances de la chimie.

On désigne, sous le nom de *principes immédiats*, des composés organiques définis, cristallisables ou incristallisables, existant dans les plantes et dans les animaux, se présentant avec un ensemble de caractères constants, et donnant naissance par leur décomposition à des substances inorganiques.

Les principes ou les matériaux immédiats des animaux sont composés de trois éléments au moins : carbone, hydrogène, oxygène (principes immédiats non azotés); plus souvent ils contiennent un quatrième élément, l'azote (principes immédiats azotés). Nous n'avons à nous occuper ici que de ces derniers.

Je diviserai mon sujet en trois parties. Dans le premier chapitre, je ferai connaître chimiquement les principes azotés des animaux.

Je devrais, dans le second, pour être fidèle à l'ordre de ma question, épuiser ce qui me reste à dire sur les principes immédiats azotés, en les considérant au point de vue physiologique; mais je préfère rejeter ces considérations dans le troisième chapitre, où elles seront mieux comprises. Le second chapitre comprendra donc la distribution des principes azotés dans l'économie animale. La distribution de ces principes étant sujette à des variations de proportions dans certains états pathologiques, nous la divisons en deux sections : 1° état normal, 2° état pathologique.

Le troisième chapitre, enfin, sera consacré aux considérations physiologiques qui se rattachent à mon sujet.

CHAPITRE PREMIER.

APERÇU CHIMIQUE SUR LES PRINCIPES IMMÉDIATS AZOTÉS,
DANS L'ÉCONOMIE ANIMALE.

Eu égard à leurs propriétés chimiques, les principes immédiats azotés peuvent être divisés en composés non acides et en composés acides. On pourrait encore, je crois, diviser ces principes en ceux qui se séparent spontanément, et pour la préparation desquels on n'a pour ainsi dire rien de chimique à faire subir à la masse qui les contient : tels sont la fibrine, l'albumine, la caséine, etc. On formerait une seconde section avec les principes que l'on ne peut extraire de leurs combinaisons qu'au moyen de procédés chimiques plus ou moins compliqués. Cette classification aurait d'ailleurs l'avantage de faire comprendre pourquoi il est des composés qui, depuis qu'on s'occupe de chimie animale, ont toujours été, et seront probablement toujours considérés comme des principes immédiats; pourquoi il en est d'autres, au contraire, qui sont rangés par ceux-ci parmi les principes immédiats, et auxquels d'autres refusent ce nom; comment, enfin, à mesure que les procédés d'investigation de la chimie se perfectionnent, ce qu'on regardait il y a quelques années encore comme des *principes* n'est plus considéré aujourd'hui que comme des composés décomposables.

Il résulte de cette considération, que le tableau que je vais tracer ne s'applique qu'à l'état actuel de nos connaissances sur ce point. Les progrès de la chimie ajouteront sans doute avec le temps un certain nombre de principes immédiats à ceux que je vais passer en revue. Parmi ces principes, quelques-uns disparaîtront sans doute aussi, tôt ou tard, du cadre de la chimie animale.

Ceci posé, et attendu, d'ailleurs, les limites restreintes dans lesquelles je dois me renfermer, je ne m'arrêterai que sur les principes immédiats, dont l'existence est généralement reconnue.

Parmi les principes immédiats non acides, j'établirai quatre sections :

- 1° Les matières albuminoïdes (protéine et ses dérivés);
- 2° Les matières gélatineuses (colles);
- 3° Les principes azotés neutres de quelques sécrétions (urée, etc.);
- 4° Les pigments (matières colorantes).

Je rangerai enfin dans la cinquième section les acides animaux azotés.

SECTION I^{re}. — *Des matières albuminoïdes.*

PROTÉINE.

La protéine est la base de l'albumine, de la fibrine et de la caséine, dans les animaux et les plantes. C'est une substance de découverte toute moderne.

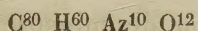
Mulder, le premier, a isolé la protéine, en débarrassant les matières albuminoïdes du phosphore, du soufre, et des sels qui, mélangés avec elle en différentes proportions, constituent pour lui ces matières elles-mêmes. Voici comment on la prépare : On prend de l'albumine ou de la caséine, et, après avoir fait coaguler ces substances, on les traite successivement par l'eau, l'alcool, l'éther : on enlève ainsi les matières extractiformes, la graisse et les sels solubles. Au moyen de l'acide chlorhydrique étendu, on sépare les sels insolubles; ensuite on chauffe le résidu avec une dissolution de potasse de force médiocre, jusqu'à environ 50 degrés; on enlève ainsi le phosphate et le soufre sous la forme de sulfure de potassium et de phosphate de potasse; enfin, on précipite la pro-

téine de la liqueur alcaline par l'acide acétique ; on lave sur le filtre, et on fait dessécher.

Ainsi préparée, la protéine est brunâtre, incristallisable, dure, cassante, inodore et insipide. La protéine est très-hygrométrique, attire rapidement l'humidité de l'air, et se putréfie avec facilité.

Traitée par la chaleur, la protéine donne les produits des matières azotées, c'est à-dire outre les produits ordinaires des substances organiques non azotées, du carbonate d'ammoniaque en grande abondance ; de l'acétate, et du cyanhydrate d'ammoniaque ; une huile épaisse et fétide ; enfin, comme résidu, un charbon poreux et brillant.

La formule proposée par M. le professeur Dumas est la suivante :



La protéine possède la composition suivante (MM. Dumas et Cahours).

Carbone.....	54,95
Hydrogène.....	7,10
Azote.....	15,93
Oxygène.....	22,02

100,00

La protéine est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther. C'est, d'ailleurs, une conséquence de sa préparation.

La protéine insoluble à froid dans l'eau, le devient par l'ébullition prolongée, probablement en se modifiant dans sa nature.

L'acide chlorhydrique concentré dissout la protéine et donne une liqueur d'un beau bleu. Par l'ébullition la coloration devient noire.

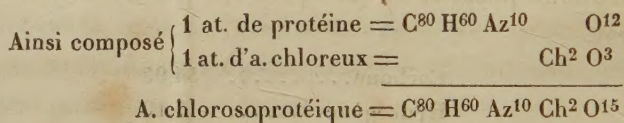
L'acide sulfurique se combine avec la protéine, et donne un

nouvel acide, désigné par Mulder sous le nom de sulfoprotéique.

L'acide nitrique s'unit aussi à la protéine : acide xanthoprotéique.

La protéine se dissout dans les acides étendus. Le tannin précipite la protéine de toutes les dissolutions acides. Le cyanoferrure de potassium agit dans le sens du tannin ; c'est un des réactifs le plus souvent employé pour reconnaître la présence de la protéine.

L'action du chlore est remarquable. Lorsqu'on fait passer au travers d'une dissolution de protéine un courant de chlore gazeux, une partie de l'eau est décomposée, il y a formation d'acide chlorhydrique ; le soufre, le phosphore et les sels du composé se séparent. L'acide chloreux à l'état naissant s'unit à la protéine dégagée de la combinaison albumineuse ; il en résulte un nouveau composé, l'acide chlorosoprotéique



L'action du chlore est identiquement la même sur la protéine de la caséine et sur celle de la fibrine.

Comme Mulder, et après lui Liebig l'ont admis, les principes dérivés de la protéine, qui nous restent à étudier, seraient des substances identiques, sous le rapport de la proportion des éléments qui les constituent. En d'autres termes, l'albumine, la caséine, la fibrine, ne seraient que des formes particulières de la protéine, et ne se distingueraient, sous le rapport de la composition, que par l'addition d'une proportion un peu différente d'une très-petite quantité de soufre et de phosphore. Il y a peu de temps encore, il semblait que les choses dussent être ainsi

acceptées; mais d'après des recherches plus récentes dues à M. le professeur Dumas, si l'albumine et la caséine peuvent être considérées comme formées par des proportions d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote, qui sont les mêmes que celles qu'on retrouve dans la protéine, il n'en est plus de même pour la fibrine: la différence, quoique légère, est constante; elle porte sur la quantité d'azote. D'ailleurs, identiques ou à peu près identiques sous le rapport de leur composition, ces principes présentent des différences sous le rapport de leurs propriétés.

ALBUMINE.

L'albumine peut être considérée comme de la protéine unie à une quantité très-minime de soufre et de phosphore (environ $\frac{3}{1000}$ de chacun de ces deux corps). Il faut en distinguer deux variétés: l'albumine animale, toujours alcaline; et l'albumine végétale, qui n'est pas ordinairement unie à un alcali.

La formule de l'albumine et la plupart des réactions chimiques de cette substance sont sensiblement les mêmes que celles de la protéine.

L'albumine se présente sous deux états distincts: ou bien elle est liquide; ou bien elle est solide, ainsi qu'on peut l'observer dans le blanc de l'œuf cuit, ou dans le sérum du sang coagulé par la chaleur ou les acides.

L'albumine liquide est incolore, visqueuse; susceptible, en vertu de cette propriété, de mousser par l'agitation, c'est-à-dire, de retenir enfermées, pendant un temps plus ou moins prolongé, de petites bulles d'air emprisonnées dans sa masse. Elle est parfaitement soluble dans l'eau, de telle sorte que le microscope n'aperçoit aucune particule en suspension dans le solutum d'albumine liquide.

L'albumine animale manifeste toujours une réaction alcaline

aux papiers d'essai; aussi cette substance concentrée, puis brûlée au contact de l'air, donne une cendre qui renferme toujours de la soude. L'alcalinité de l'albumine n'est pas la condition nécessaire de sa solubilité. Soumise à l'action d'une chaleur progressive, l'albumine prend un aspect opalin vers 65° centigr. L'opacité augmente avec la température, et à 75° l'albumine est complètement solide, et reste solide par le refroidissement, sans toutefois que sa composition soit modifiée.

Si on prend cette albumine coagulée et si on l'introduit, à l'exemple de M. Gmelin, dans la marmite de Papin, avec une certaine proportion d'eau, l'albumine redevient liquide à une température de 200°. Sous cette nouvelle forme, elle est tout à fait semblable à l'albumine primitive; mais, chose remarquable, elle a perdu la propriété de se coaguler de nouveau par la chaleur. Les expériences récentes de M. Vœlher (*Ann. der chemie und pharm.* t. XLI, p. 238) ont montré que la même transformation peut s'accomplir à une température plus basse, à celle de 150° environ, en introduisant les fragments d'albumine solide dans un tube de verre rempli d'eau et fermé ensuite à la lampe. On apprécie la température en chauffant le tube dans un bain d'huile. La liquéfaction de l'albumine, par ce dernier procédé, est plus lente; elle n'est complète qu'au bout de deux heures.

Il résulte de ces phénomènes, que l'albumine peut se présenter sous trois états isomériques. La nature de ces changements d'état persistant à une température donnée, nous échappe; nous ne pouvons l'expliquer que par une modification survenue dans l'arrangement moléculaire.

Soumis à l'action de la pile voltaïque, le blanc d'œuf, qui renferme une certaine proportion de sel marin, abandonne de la soude qui se porte au pôle négatif et qui s'unissant à l'albumine forme un dépôt gélatineux. Il se forme au pôle positif, un dépôt

d'albumine favorisé par la présence de l'acide hydrochlorique qui s'est formé dans la réaction. Quelques physiologistes ont considéré ce coagulum comme le rudiment de la fibre musculaire.

Voici, d'après les expériences de MM. Dumas et Cahours, la composition moyenne de l'albumine chez l'homme, résultant d'un grand nombre d'analyses :

Carbone.....	53,32
Hydrogène.....	7,29
Azote.....	15,70
Oxygène, etc.	23,69
	100,00

Le chlore et les acides coagulent l'albumine. Les acides forment aussi avec l'albumine des composés solubles peu connus, exemple : sulfate d'albumine.

L'albumine desséchée fournit avec l'acide nitrique une belle teinte jaune; avec l'acide chlorhydrique concentré une belle couleur bleue.

L'albumine contracte avec les alcalis des combinaisons solubles dans lesquelles elle joue le rôle d'un acide, exemple : albuminate de soude, albuminate de potasse.

L'albumine, unie à un excès de chaux caustique, constitue un lut extrêmement résistant et fort employé dans l'économie chimique et industrielle.

L'albumine ne peut être considérée comme le contre-poison des sels de cuivre. Elle forme, il est vrai, dans le sulfate de cuivre un précipité blanc bleuâtre; mais ce précipité étant soluble dans les alcalis, et l'albumine des liquides animaux étant unie à la soude, la liqueur redissoute peut être portée dans les voies de l'absorption. Il résulte encore de cette considération, que les solu-

tions alcalines ne peuvent être, non plus, employées comme les contre-poisons des sels de cuivre.

L'albumine précipite les sels de bioxyde de mercure, à l'exception du cyanure de mercure. Les précipités étant insolubles, il en résulte que l'albumine est un bon réactif de ces sels, et en même temps un contre-poison. De cette propriété découle une indication thérapeutique importante : Quand on a administré les sels de mercure pendant quelque temps, leur action se trouve sensiblement diminuée, peut-être à cause de la formation dans l'économie de précipités albumineux. L'iodure de potassium rendant solubles ces précipités mixtes, redonne; sans doute ainsi, une nouvelle vigueur au traitement mercuriel.

C'est en formant une combinaison insoluble avec l'albumine que le sublimé corrosif est employé à la conservation des tissus animaux.

Le tannin, la créosote, l'alcool, précipitent aussi l'albumine et peuvent être employés aux mêmes usages.

CASÉINE (*caseum*).

La caséine existe dans le lait de tous les mammifères.

On retrouve aussi dans les plantes un principe qui peut être considéré, par l'ensemble de ses propriétés, comme de la caséine. (Voy. *Ann. de ch. et de phys.*, 3^e série, t. VI, p. 385.)

La caséine et l'albumine ont entre elles une extrême analogie. Les analyses récentes de MM. Dumas et Cahours, concordent parfaitement avec celles de M. Mulder; ces deux composés ne diffèrent pas l'un de l'autre sous le rapport de leur composition élémentaire.

Composition moyenne de la caséine extraite du lait de femme.

Carbone.	53,47
Hydrogène.	7,13
Azote.	15,83
Oxygène, etc.	23,57
	100,00

A l'exemple de M. Berzelius, on admettait que la caséine peut se présenter comme l'albumine, sous la forme soluble et sous la forme insoluble, et que ces deux états constituaient deux variétés par dimorphisme de la même substance; mais des expériences récentes de M. Schérer ont montré que si l'on brûlait la caséine dite *soluble*, elle laissait toujours après la combustion, des cendres dans lesquelles on trouve de la chaux ou un autre alcali; c'est à ces bases qu'elle doit sa solubilité.

La caséine est donc, dans son état de pureté, insoluble ou très-peu soluble dans l'eau.

Pour préparer la caséine, il ne s'agit que de séparer cette substance des matières qui l'accompagnent dans le lait. Pour cela, on fait chauffer le lait, et on verse dans la liqueur une petite quantité d'acide sulfurique étendu. Le caséum, coagulé par cette opération et repris sur le filtre sur lequel on a jeté le mélange, est lavé et pétri successivement, et à plusieurs reprises, dans l'eau et dans l'éther, qui enlève les matières grasses.

La coagulation de la caséine au moyen de l'acide sulfurique, dépend des conditions de la solubilité de cette substance; c'est-à-dire des alcalis qui l'accompagnent. L'acide sulfurique neutralise leur action, et la caséine se précipite. Cependant M. Mulder a fait voir que par ce procédé toute la caséine n'est pas précipitée, mais qu'il se forme une combinaison soluble entre l'acide en excès et une petite proportion de caséine. On parvient à extraire les der-

nières traces de caséine en versant avec beaucoup de précaution dans le liquide qui la contient, une petite quantité de carbonate de soude très-étendu. En perdant les dernières proportions d'acide, la caséine devient tout à fait insoluble et se précipite.

La caséine est insoluble dans l'eau bouillante; au bout de plusieurs heures, l'eau n'en dissout que 2 millièmes de son poids.

La caséine soluble doit être considérée comme un véritable caséate alcalin. (Dumas, *Traité de chimie*, t. VII, p. 463.)

L'existence de véritables composés de caséine et d'acide n'est pas encore bien claire. (Dumas, id.)

Les réactions de la caséine avec les sels sont celles de l'albumine elle-même.

FIBRINE.

La fibrine existe en grande quantité dans le corps des animaux; on la retrouve aussi dans les végétaux (gluten, sucs coagulables de certaines plantes).

On prépare la fibrine en fouettant le sang lorsqu'il est extrait de ses vaisseaux. Bientôt il s'attache au brin du balai des filaments rosés, amorphes, qui ne sont autre chose que la fibrine.

La fibrine ainsi recueillie doit être lavée à grande eau; on la sépare ainsi des globules qui la colorent. Il faut encore la dessécher, car elle retient une assez forte proportion de sérum. Enfin, pour la débarrasser des matières grasses et salines qu'elle a entraînées, il faut la traiter successivement par l'alcool, l'éther bouillant, et les acides étendus.

On peut encore préparer la fibrine au moyen du caillot naturel (fibrine et globules); seulement les opérations du lavage sont dans ce dernier cas beaucoup plus longues et plus pénibles.

La fibrine desséchée est jaunâtre, transparente, dure, cassante,

inodore, insipide. Elle se renfle dans l'eau et reprend sa couleur grise, son opacité, et son poids primitif. Elle est insoluble. Par l'ébullition prolongée, elle se contracte, durcit, et devient friable.

Dans la machine de Papin, la fibrine se dissout complètement à 200°. (Henle, *Anatomie générale*.)

Renfermée avec de l'eau dans un tube de verre fermé à la lampe, la fibrine, comme l'albumine coagulée, se dissout à la température de 150°, et, comme l'albumine placée dans les mêmes circonstances, elle perd la propriété de se solidifier de nouveau. (Wœlher, *Ann. der chemie und pharm.*, t. XLI, p. 238.)

Si l'albumine et la caséine peuvent être considérées comme des substances identiques, quant à la composition, avec la protéine, il n'en est pas de même pour la fibrine, qui *renferme incontestablement plus d'azote et moins de carbone que les deux principes précédents*. (*Mémoires de chimie*, J. Dumas, 1843, p. 287.)

C'est en opérant sur de grandes quantités de substances (jusqu'à recueillir 100 centimètres cube de gaz azote), que l'on a pu constater par là des différences trop légères pour se manifester à moindres doses. Le procédé d'analyse employé par MM. Dumas et Cahours est le procédé connu de l'oxyde de cuivre :

Composition moyenne de la fibrine extraite du sang de l'homme (comparez avec celle de l'albumine et de la caséine) :

Carbone.....	52,78
Hydrogène.....	6,96
Azote.....	16,78
Oxygène, etc.....	23,48
	100,00

M. Bouchardat rapporte, dans des observations communiquées à un recueil allemand (*Ann. der chemie und pharm.*, t. XLIII, p. 120),

qu'après avoir fait bouillir de la fibrine, celle-ci a laissé dissoudre une petite partie de sa masse, laquelle dissolution s'est ensuite convertie en une masse gélatineuse. M. Bouchardat a conclu de ces expériences que la fibrine contenait un principe analogue à la gélatine. M. Berzelius (*Rapport annuel sur les progrès de la chimie, présenté le 31 mars 1843 à l'Académie de Stockholm, 1 vol. in-8°*) adresse à M. Bouchardat le reproche d'avoir opéré, dans ses recherches sur la couenne inflammatoire, qui est, suivant lui, un produit morbide, et d'attribuer à la fibrine normale les résultats de son observation. En outre, les phénomènes observés par M. Bouchardat seraient, suivant M. Berzelius, mal interprétés. Il est vrai que lorsqu'on fait bouillir de la fibrine dans l'eau pendant un espace de temps très-prolongé (40 heures), il s'en dissout une notable proportion; mais le corps dissous n'est plus de la fibrine ni de l'albumine, c'est un produit nouveau.

M. Mulder (*Lettre à Berzelius, 29 décembre 1842*) désigne ce composé nouveau sous le nom de *trioxyprotéine*. La trioxyprotéine diffère de la fibrine par un degré plus grand d'oxydation, ou, en d'autres termes, par une proportion plus considérable d'oxygène. Ce nouveau principe se trouve en grande quantité dans la couenne inflammatoire. Nul doute, ajoute M. Mulder, que la trioxyprotéine ne se forme en plus grande abondance dans l'état pathologique que dans celui de santé.

Il y a aussi pour M. Mulder un degré entre la protéine et la trioxyprotéine: il désigne le composé qui le représente sous le nom de *bioxyprotéine*. Ce dernier corps résulte de l'ébullition moins prolongée de la fibrine; elle constitue alors ce résidu insoluble et friable dont j'ai parlé.

La bioxyprotéine peut passer à l'état de trioxyprotéine.

Pour M. le professeur Dumas, cette partie de la fibrine qui se dissout à la longue serait analogue à la chondrine (voy. *Chondrine*).

Quant à la portion de fibrine qui reste insoluble, elle a perdu tous les caractères de cette substance. Elle ne se prend plus en gelée par les acides ou les alcalis; elle ne se dissout plus dans le vinaigre ou l'ammoniaque caustique : elle possède exactement la composition et les propriétés de l'albumine coagulée. (*Traité de chimie*, 1844, t. VII, p. 442.)

Ce dédoublement de la fibrine par l'eau à une température élevée, établit une ligne de démarcation tranchée entre cette substance d'une part, l'albumine et la caséine de l'autre.

Une différence chimique non moins remarquable entre la fibrine et l'albumine coagulée tient à leur manière de se comporter avec l'eau oxygénée. La fibrine humide, sur laquelle on verse du peroxyde d'hydrogène, en dégage de l'oxygène et le convertit en eau, sans subir elle-même aucun changement. Lorsque la quantité de fibrine employée dans l'expérience est considérable, il y a dégagement de chaleur. Beaucoup d'autres substances organiques possèdent aussi cette propriété; mais elle manque dans les autres matières azotées neutres.

M. Henle (loc. cit.) mentionne encore, comme caractères propres à distinguer la fibrine de l'albumine coagulée, la coloration par l'acide chlorhydrique, qui est bleue pour la fibrine, et violette pour l'albumine; enfin, la dissolution dans l'ammoniaque, qui s'opère avec plus de lenteur pour l'albumine coagulée que pour la fibrine.

La fibrine se putréfie comme les matières azotées. Je mentionnerai ici un résultat annoncé par M. Wurtz (*Annales de chimie et de physique*, juin 1844), mais qui demande à être examiné avec le plus grand soin. La fibrine abandonnée à l'air se transformerait en partie en acide butyrique. L'auteur avait pensé d'abord que cette transformation pouvait être le résultat de l'oxydation des matières grasses qui accompagnent souvent la fibrine;

mais il a vu les mêmes phénomènes se reproduire dans la fibrine épuisée par l'alcool et l'éther.

La fibrine forme avec les acides des combinaisons analogues à celles de l'albumine. L'acide nitrique, en particulier, forme avec la fibrine un composé jaunâtre déjà indiqué par Fourcroy, et que M. Mulder, qui l'a étudié, désigne sous le nom de xanthroprotéique. La fibrine se dissout par la macération dans les acides minéraux.

Le liquide, dans lequel la fibrine est ainsi dissoute à la faveur des acides, la laisse déposer par la chaleur à la manière d'une dissolution d'albumine fraîche. L'eau tenant en dissolution 1 millième d'acide chlorhydrique a la propriété de gonfler considérablement la fibrine, alors même qu'elle est desséchée, et la transforme en une gelée transparente; mais la dissolution n'est complète que par l'addition de quelques gouttes de suc gastrique ou de quelques grains de présure. L'acide acétique, dilué au millième, produit identiquement le même résultat : il faut toujours ajouter un peu de présure pour compléter la dissolution. (Expériences de MM. Dumas et Cahours; *Traité de chimie*, t. VII, p. 447.)

La fibrine joue vis-à-vis d'un certain nombre de bases le rôle d'un acide, et forme des fibrinates analogues aux albuminates.

La fibrine peut se dissoudre dans l'eau chargée d'une certaine proportion de nitrate ou de sulfate de soude. La liqueur propre à opérer cette dissolution est donnée par M. Denis. (*Essai sur l'application de la chimie à la physiologie*, 1 vol. in-8°, 1838.)

Fibrine humide.....	150
Nitre.....	50
Soude.....	3
Eau.....	300

Portez le mélange à 30 ou 40.

On obtient ainsi une liqueur douée de certaines propriétés de l'albumine, celle, par exemple, de coaguler par la chaleur. Mais l'expérience de M. Denis ne démontre pas l'identité absolue de la fibrine et de l'albumine. (Dumas, loc. cit.)

Le tannin précipite la fibrine tant de ses dissolutions acides que de ses dissolutions alcalines, et forme avec elle un produit solide imputrescible.

VITELLINE.

On désigne sous ce nom un principe azoté neutre, qui a une grande analogie avec l'albumine; mais il en diffère un peu sous le rapport de sa composition élémentaire, ainsi qu'il résulte des analyses de MM. Dumas et Cahours:

Carbone.....	51,6
Hydrogène.....	7,2
Azote.....	15,0
Oxygène.....	26,2

On obtient la vitelline en réduisant en poudre grossière le jaune d'œuf cuit, et en le traitant par l'éther, qui enlève la matière grasse; on obtient pour résidu une substance insoluble, blanche, facile à réduire en poudre.

PEPSINE.

La pepsine paraît être aussi une combinaison de protéine, ou seulement une modification des substances précédemment décrites. Ce composé constitue, suivant quelques auteurs, la partie active de la membrane du quatrième estomac du veau.

Du reste, j'ai peu de chose à dire sur cette substance, qui, découverte par Schwann (*Muller's Archiv.*, 1836, p. 90), retrouvée de nouveau par Wasmann (*de Digestione*, p. 16), n'a jamais

été retirée que de l'estomac des animaux. A plusieurs reprises, M. Vogel a essayé, mais sans succès, de la préparer avec l'estomac de l'homme.

J'ajouterai d'ailleurs que, depuis, M. Eberle (*Physiologie der Verdauung*, p. 78), ainsi que M. Purkinje (*Repertorium de Valentin*, p. 200), ont aussi extrait de différentes membranes muqueuses une substance qui, ajoutée à de faibles proportions d'acide, opère la dissolution de l'albumine coagulée et de la fibrine à la manière du suc gastrique. Enfin, M. E. Burdach (*Addition à la Physiologie de Burdach*, t. IX, p. 317) a montré, par des expériences nombreuses, que tous les mucus, que le tissu cellulaire, que des parties molles quelconques, enfin, jouissent de propriétés analogues à la pepsine, avec cette différence que leur action est plus lente à se manifester. Il est probable, d'après cela, que cette substance n'est qu'une matière albumineuse agissant dans les expériences précédentes à la manière d'un ferment.

La pepsine est jaunâtre, analogue à de la gomme, lorsqu'elle est desséchée, et soluble dans l'eau. Elle se coagule par la chaleur à la manière de l'albumine, et perd ses propriétés digestives.

On prépare la pepsine en laissant digérer la membrane muqueuse de l'estomac dans l'eau distillée à 30°; on verse dans la liqueur de l'acétate de plomb qui précipite la pepsine en se combinant avec elle; on sépare le plomb par un courant d'hydrogène sulfuré: le plomb précipite sous forme de sulfure. La liqueur filtrée est claire, acide, et contient la pepsine, qu'on précipite par l'alcool; il ne reste plus qu'à la faire dessécher.

Il nous resterait, pour terminer ce qui est relatif aux matières albuminoïdes, à parler de la globuline; mais ce dernier principe

n'est autre chose qu'une combinaison encore assez peu connue d'albumine et de fibrine, réunie dans le globule rouge à une certaine proportion de matière colorante. (Graham, *Chimie organique*, in-8°, p. 444.) Dans un mémoire récent, présenté à l'Académie des sciences, M. Figuier est arrivé aux mêmes conclusions. On ne saurait donc considérer cette substance comme un principe immédiat.

§ II. Des matières gélatineuses (colles.)

Un grand nombre de tissus animaux (peau, tendons, ligaments, tissu cellulaire, etc.) traités par l'eau bouillante, se dissolvent presque entièrement par une digestion prolongée, et donnent un liquide qui se prend en *gelée* par le refroidissement. Cet effet n'a lieu toutefois que lorsque la liqueur n'est pas très-étendue. La présence d'acides affaiblis favorise et accélère la formation de cette substance.

Dans cette transformation en colle, il n'y a point de dégagement de gaz, il n'y a pas non plus absorption des principes constituants de l'atmosphère; toutefois, comme la gélatine ne peut être obtenue que par l'ébullition, il faut ajouter que peut-être elle n'existe pas dans les tissus telle qu'on la trouve dans l'eau dans laquelle ces tissus ont bouilli. Il est fort possible que les matières obtenues aient subi un changement isomérique.

On distingue deux sortes de colles : la gélatine proprement dite, et la chondrine. La colle fournie par le tissu élastique, différant aussi sous certains rapports des précédentes, peut être considérée comme une troisième variété.

GÉLATINE.

La gélatine desséchée et parfaitement pure, est transparente,

incolore, insipide, inodore, et sans action sur les couleurs végétales. Dans le commerce, elle est presque toujours colorée, par conséquent impure, et connue sous le nom de *colle-forte*.

D'après Mulder, la gélatine est ainsi composée :

Carbone.....	50,07
Hydrogène.....	6,25
Azote	19,32
Oxygène.....	24,26
	100,00

Elle contient, en outre, presque toujours environ demi pour 100 de substances inorganiques (phosphate de chaux).

La gélatine se ramollit et se gonfle dans l'eau froide, mais elle ne s'y dissout qu'à l'aide de la chaleur. Une partie de gélatine sur 100 d'eau, suffit pour donner une liqueur qui se prend en gelée par le refroidissement. La gélatine est insoluble dans l'alcool, l'éther, et les huiles grasses et volatiles.

Les acides ne provoquent aucun changement dans la dissolution. Le chlorure de fer, l'alun, sont sans action sur elle. Le bichlorure de mercure forme un précipité qui disparaît par une addition de gélatine. Le sulfate de fer trouble faiblement la liqueur.

L'acide nitrique décompose la gélatine et forme de l'acide oxalique et de l'acide xanthopierique. L'acide sulfurique la convertit par l'ébullition en sucre de gélatine et en leucine.

Les acides étendus dissolvent très-facilement la gélatine à l'aide de l'ébullition; par le refroidissement il ne se forme pas de gelée.

L'acide tannique précipite complètement la gélatine, forme avec elle une combinaison insoluble, imputrescible; c'est la combinai-

son du tannin avec la gélatine qui rend la peau des animaux inaltérable à l'air, et la transforme en cuir.

Quand on fait passer au travers d'une dissolution de gélatine un courant de chlore, il se forme un composé nouveau insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, formé d'un atome d'acide chloreux et de quatre atomes de gélatine.

CHONDRINE.

La chondrine a été découverte par M. J. Muller; elle a reçu le nom de *chondrine*, parce qu'elle résulte de la coagulation de la substance que les cartilages abandonnent à l'eau bouillante.

La chondrine se comporte avec l'eau comme la gélatine. La gelée n'est cependant pas aussi ferme, et il faut au moins une partie de chondrine sur vingt parties d'eau pour que la solidification s'effectue.

La chondrine offre les mêmes réactions que la gélatine avec l'alcool, l'éther, la créosote et le chlorure de mercure.

Mais elle se comporte différemment avec les acides et les sels.

L'alun et le sulfate d'alumine précipitent la chondrine de ses dissolutions en gros flocons blancs; le précipité est soluble dans un excès du réactif. Le sulfate de fer agit de même.

Presque tous les acides minéraux précipitent la chondrine; mais pour quelques-uns d'entre eux, et notamment pour l'acide sulfurique, les précipités qu'ils forment sont difficiles à saisir, car ils se dissolvent dans un très-petit excès d'acide.

La chondrine a été analysée par MM. Mulder, Scherer et Vogel fils

Voici les nombres donnés par M. Mulder :

Carbone	50,61
Hydrogène.....	6,58
Azote.....	14,44
Oxygène, etc.....	28,37
	100,00

La colle fournie par le tissu élastique a plus d'analogie avec la chondrine qu'avec la gélatine. Elle diffère toutefois de la chondrine en ce que le précipité formé dans sa dissolution par le sulfate d'alumine ne se dissout pas par un excès du réactif.

§ III. Principes azotés neutres de quelques sécrétions.

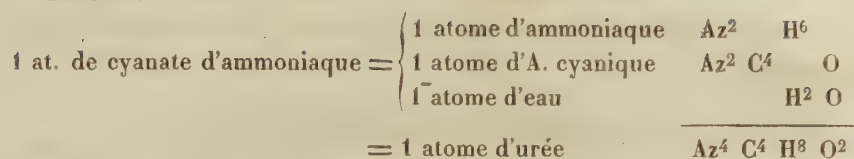
URÉE.

L'urée est une substance cristallisée; ses cristaux sont des prismes à quatre pans. Elle est inodore, d'une saveur fraîche, et sans action sur les couleurs végétales.

On sépare l'urée de l'urine au moyen de l'acide nitrique ou de l'acide oxalique. Suivant MM. Cap et Henri (*Bulletin de l'Académie de médecine*, t. III, p. 220), l'urée existe dans ce liquide combinée à l'acide lactique; mais cette assertion a été réfutée par M. Pelouze, qui a démontré que l'urée et l'acide lactique ne pouvaient pas se combiner. L'acide nitrique forme avec cette substance un sel insoluble qui précipite et cristallise en lames jaunâtres par le refroidissement. On enlève l'acide nitrique par le carbonate de soude ou celui de baryte; on évapore à siccité, et on dissout dans l'alcool dont on se débarrasse enfin par l'évaporation. L'urée est alors parfaitement pure.

Mais on peut aussi fabriquer l'urée de toutes pièces; et cela en vertu de cette remarquable coïncidence, savoir que le cyanate d'ammoniaque et l'urée sont des composés isomériques.

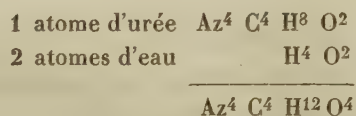
En effet :



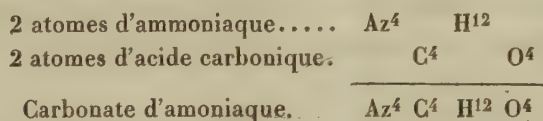
Pour l'obtenir, il suffit de verser une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque sur du cyanate d'argent. Il se forme du chlorure d'argent, le cyanate d'ammoniaque reste en dissolution : par l'évaporation il se dépose de l'urée.

Chauffée à plus de 120 degrés, l'urée se décompose, laisse dégager de l'ammoniaque, et se transforme en acide cyanurique.

Par l'effet de la putréfaction, lorsqu'elle est encore contenue dans l'urine, ou lorsqu'on la met en contact avec de la levure, l'urée se transforme, avec deux atomes d'eau, en carbonate d'ammoniaque.



qui se réduisent en



Voici, d'après M. Dumas, la composition de l'urée :

Carbone	20,2
Hydrogène	6,6
Azote	46,6
Oxygène	26,6
	100,0

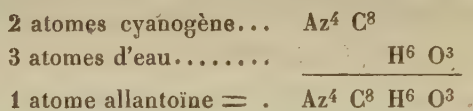
L'urée se combine avec les acides et avec les bases.

Chez les animaux, l'urée est combinée dans l'urine avec l'acide hippurique.

ALLANTOÏNE (*acide allantoïque*).

On rencontre ce principe dans la liqueur allantoïque de la vache, par l'évaporation de laquelle il cristallise. L'allantoïne est une substance insipide, inodore, neutre.

On peut considérer l'allantoïne, à l'exemple de Wœlher, comme constituée par deux atomes de cyanogène et trois atomes d'eau.



TAURINE.

La taurine a été découverte dans la bile, par M. Demarçay. C'est une substance neutre, incolore, d'une saveur douce, cristallisant en prismes à 6 pans réguliers.

Elle est soluble dans l'eau, à la température de 15°, insoluble dans l'alcool, se dissout dans les acides concentrés sans se décomposer, ne donne lieu à aucune réaction par les réactifs ordinaires.

Dans une dernière analyse de la bile, M. Berzelius a cherché à rattacher tous les principes reconnus jusqu'ici par les chimistes dans cette humeur à une seule substance essentielle qu'il désigne sous le nom de *biline*. C'est, suivant lui, à ce principe, qui n'avait pas été suffisamment isolé; qu'on a donné le nom de sucre biliaire (*picromel*). Pour lui encore, la taurine ne serait que le ré-

sultat de l'action des acides sur la biline. Voici comment il la prépare : il verse dans l'humeur biliaire du sous-acétate de plomb, puis il filtre la liqueur, précipite le plomb par un courant d'hydrogène sulfuré, et évapore à siccité. L'analyse de M. Berzelius n'a pas été répétée, elle porte sur la bile d'un bœuf et non sur celle de l'homme ; enfin, ses résultats ont été attaqués : nous ne nous y arrêterons pas plus longtemps.

La matière décrite sous le nom de *ptyaline* par MM. Tiedemann et Gmelin paraît identique avec l'extrait aqueux de beaucoup d'autres liquides animaux. C'est une matière animale encore peu déterminée.

La ptyaline, dit M. Henle, n'est, dans le sens de MM. Tiedemann et Gmelin, qu'un nom collectif pour désigner toutes les matières de l'extrait aqueux, comme l'*osmazône* en est un pour désigner toutes celles obtenues au moyen de l'alcool aqueux.

La ptyaline, séparée au moyen de l'eau, n'est peut-être, comme la pepsine, qu'une petite proportion de matière albuminoïde, entraînée avec les sels, et jouissant de propriétés spéciales en rapport avec les phénomènes de la digestion.

§ IV. *Des pigments (matières colorantes).*

HÉMATOSINE.

On désigne sous le nom d'*hématosine* la partie colorante du sang. L'hématosine est d'une couleur brun foncé, insipide, et insoluble dans l'eau, dans l'alcool et l'éther. Elle se dissout quelquefois dans l'alcool, mais seulement lorsque l'alcool renferme un alcali ou un acide. Elle communique d'ailleurs à cette dissolution,

comme à celle qu'elle forme dans l'eau alcaline, une teinte rouge de sang.

Quand on brûle l'hématosine, elle laisse une quantité assez forte de peroxyde de fer.

Voici sa composition, d'après Mulder :

Carbone.....	65,73
Hydrogène.....	5,28
Azote.....	10,57
Oxygène.....	4,97
Fer.....	6,45

D'après M. Scherer, l'oxyde de fer n'est pas un principe constituant essentiel de l'hématine; car si on sépare le fer par l'acide sulfurique sous forme de sulfate de fer, il reste une matière qui se dissout dans l'alcool acide en le colorant en rouge.

Il existe plusieurs procédés pour préparer l'hématine: celui qui a été proposé par M. Berzelius est le plus simple et fournit cette substance aussi pure que possible.

On fait bouillir les globules du sang avec de l'alcool, auquel on ajoute une petite quantité d'acide sulfurique. L'hématine reste en dissolution; la partie albumineuse et fibrineuse des globules se dépose sous la forme d'un sédiment grisâtre. On mélange la solution alcoolique avec du carbonate d'ammoniaque; il se précipite du sulfate d'ammoniaque. On distille la liqueur filtrée, et on obtient l'hématine, qu'on dégraisse enfin au moyen de l'éther.

On peut extraire du sérum du sang une matière colorante jaune peu connue.

PIGMENT CHOROÏDIEN.

M. Scherer, après avoir séparé, à l'aide d'un pinceau très-fin, le pigment de la choroïde dans l'eau distillée, et filtré ce liquide afin

de séparer les petites portions de membranes, a évaporé la liqueur à siccité et purifié enfin le résidu par l'alcool et l'éther ; il a obtenu ainsi une substance azotée représentée par les chiffres suivants :

Carbone.....	58,67
Hydrogène.....	5,97
Azote.....	13,76
Oxygène.....	21,59

Les pigments se distinguent, comme on le voit, des autres substances jusqu'ici étudiées, par une plus forte proportion de carbone. Le pigment de la couche sous-épidermique, ou du réseau de Malpighi de la peau des nègres, est de même nature.

Nous ferons observer ici en passant que les nombres fixés par M. Scherer ne sont pas à l'abri de toute objection. Les pigments de l'homme, tant ceux de la choroïde que celui de la peau, se trouvant contenus dans des cellules ou utricules dont le diamètre est assez petit pour leur permettre de passer au travers des filtres, il en résulte que l'analyse porte sur deux composés élémentaires, et que les chiffres n'expriment que la composition d'une substance mixte, et non celle d'un principe chimique parfaitement distinct.

On n'a pas réussi à trouver les matières colorantes des cheveux colorés. M. V. Laer (Berzelius, *Rapport à l'Académie de Stockholm*, déjà cité) a en vain cherché dernièrement les huiles colorées décrites par Vauquelin (huile rouge (cheveux rouges), huile vert foncé (cheveux noirs). Si la coloration des cheveux est due à une matière colorante particulière, elle est en quantité trop minime pour être décelée par les réactifs.

MATIÈRE COLORANTE DE LA BILE.

M. Gmelin a examiné cette matière, telle qu'elle existe dans les concrétions biliaires. La potasse est le menstrue dans lequel elle se dissout le plus facilement; l'acide chlorhydrique la précipite de cette dissolution, sous forme de flocons vert foncé. Quand on verse de l'acide azotique sur les dissolutions qui la contiennent, elles passent au vert, puis au bleu, et enfin au rouge. Cette réaction est la plus généralement employée pour arriver à reconnaître la présence de la matière colorante de la bile dans les divers liquides animaux.

Indépendamment de la matière verte de la bile, beaucoup de chimistes, à l'exemple de M. Thenard, décrivent une seconde matière colorante dans cette humeur; je veux parler de la matière colorante jaune. Celle-ci est jaune, pulvérulente, inodore, insipide. On la prépare en versant quelques gouttes d'acide azotique dans la bile de bœuf, étendue de dix à douze fois son volume d'eau. La matière jaune se précipite, et il ne s'agit que de la laver avec l'alcool pour la purifier.

§ V. *Principes azotés acides.*

ACIDE URIQUE.

Cet acide existe dans l'urine des animaux carnivores, à un état de combinaison inconnue. Chez les herbivores, il est remplacé par l'acide hyppurique.

L'acide urique se précipite presque pur de l'urine humaine par le refroidissement; mais il en reste toujours une certaine proportion qui reste en dissolution. Cet acide consiste en petites écailles légères, insipides, peu solubles dans l'eau, insolubles dans

l'alcool et l'éther; solubles, sans être décomposées, dans l'acide sulfurique.

L'acide urique soumis à la distillation fournit de l'acide cyanhydrique, de l'urée et de l'acide cyanurique. Aussi peut-on considérer l'acide urique comme formé de :



L'acide nitrique dissout l'acide urique. Suivant la force de l'acide employé, il se forme des produits divers (alloxane, acide parabannique, acide alloxanique, alloxantine, acide thionurique, uramile, etc.).

L'acide urique est des plus faibles; il se combine avec les bases à peu près comme l'acide carbonique.

ACIDE CHOLÉIQUE.

Il ne faut pas confondre cet acide avec l'acide cholique, dont la formule est $\text{C}^{42} \text{H}^{72} \text{O}^{10}$ (MM. Dumas et Pelouze), et qui, par conséquent, ne renferme pas d'azote.

L'acide choléique existe dans la bile combiné à la soude; on le précipite par les acides minéraux de sa combinaison.

L'acétate de plomb fait naître un précipité de choléate de plomb. En versant un sel de soude dans l'acide choléique, on reconstitue du choléate de soude. M. Demarçay considère ce choléate de soude comme le corps désigné jusqu'ici sous le nom de *picromel*.

L'acide choléique est jaune, spongieux; d'une saveur amère, insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther.

Il chasse très-facilement l'acide carbonique des carbonates alcalins, et forme des sels avec leurs bases.

La formule de cet acide, suivant MM. Dumas et Pelouze, est :



L'acide choléique est ainsi formé :

Carbone.....	63,3
Hydrogène.....	9,3
Azote.....	3,5
Oxygène.....	23,9
	100,0

M. Berzelius mentionne encore d'autres acides qui prennent naissance dans la bile sous l'influence de la putréfaction, ou sous celle des acides (acide fellinique, cholanique, fellanique, etc.). L'acide choléique, que nous venons de décrire, ne serait, pour lui, qu'un composé artificiel résultant de l'action de la chaleur et des alcalis sur le principe qu'il désigne sous le nom de *biline*.

ACIDE CÉRÉBRIQUE.

L'acide cérébrique a été découvert dans la substance cérébrale par M. Frémy. (*Annales de chimie*, août 1841.)

On prépare cet acide en traitant par l'alcool chaud, légèrement aiguisé d'acide sulfurique, le résidu de l'extrait éthéré du cerveau; on sépare le sulfate de chaux, le sulfate de soude et l'albumine, par filtration. Les acides gras se précipitent par le refroidissement. On purifie la liqueur en la traitant à plusieurs reprises par l'éther; il ne reste plus qu'à faire cristalliser l'acide cérébrique.

L'acide cérébrique pur est blanc, cristallisé en petits grains. Il se dissout complètement à chaud dans l'alcool. Insoluble dans l'éther à froid, il devient un peu soluble dans ce liquide à chaud. L'eau chaude gonfle cet acide à la manière de l'amidon, sans le dissoudre.

Il répand en brûlant une odeur caractéristique, et laisse un charbon sensiblement acide.

L'acide sulfurique le noircit; l'acide nitrique ne le décompose qu'à la longue.

Cet acide est ainsi composé :

Carbone.....	66,7
Hydrogène.....	10,6
Azote.....	2,3
Oxygène.....	19,5
Phosphore.....	0,9
	100,0

L'acide cérébrique se combine avec les bases et forme des sels.

CHAPITRE II.

DISTRIBUTION DES PRINCIPES IMMÉDIATS AZOTÉS DANS L'ÉCONOMIE ANIMALE.

Les principes azotés que nous avons passés en revue s'unissent et constituent par leurs proportions diverses les parties les plus essentielles des solides et des liquides animaux. Des matières grasses abondamment répandues dans l'économie, des acides non azotés, une grande quantité d'eau tenant en dissolution des sels minéraux nombreux, complètent les éléments chimiques qui, par leur association, composent l'organisme animal.

Suivons les principes azotés dans chacun des tissus et des liquides de l'économie, étudions les proportions dans lesquelles ils concourent à la constitution de ces tissus et de ces liquides, le mode suivant lequel ils sont combinés, les formes qu'ils revêtent; rejetant, comme nous l'avons dit, tout ce qui est relatif aux considérations physiologiques dans la troisième partie de cet essai.

Mais les proportions dans lesquelles les principes immédiats se présentent dans l'organisme peuvent varier sous l'influence des causes pathologiques.

Nous diviserons donc notre sujet en deux parties. Dans la première, nous traiterons de la distribution des principes azotés dans l'état normal. Dans la seconde, nous étudierons les modifications que les maladies apportent dans les proportions de ces principes. Enfin, nous montrerons qu'il est des circonstances pathologiques aussi, dans lesquelles certains principes azotés apparaissent dans des tissus et sur des points de l'économie, où on ne les retrouve pas chez l'homme à l'état de santé.

PREMIÈRE SECTION.

État normal.

Nous ne suivrons pas, dans cette énumération en quelque sorte topographique, l'ordre que nous avons adopté dans les considérations précédentes : la marche anatomique nous paraît préférable. En étudiant chimiquement les principes immédiats, nous avons toujours, en traitant de leur préparation, indiqué les substances organiques où on les trouve en plus grande abondance; il nous semble plus utile, puisque nous avons déjà effleuré analytiquement le sujet, de le compléter par la synthèse. Je commencerai par l'étude des solides, après quoi je passerai à celle des liquides et des produits de sécrétion.

A. DES SOLIDES ANIMAUX.

Tissu cellulaire et ses modifications.

Soumis à l'ébullition, le tissu cellulaire commence par se resserrer, et devient plus résistant. Si l'ébullition se prolonge, il se ramollit, acquiert une apparence mucilagineuse, et finit enfin par se résoudre en *gélatine* qui se solidifie par le refroidissement. Le tissu cellulaire ne subit aucun changement dans l'alcool, l'éther, non plus que dans les huiles grasses ou volatiles.

Le principe chimique du tissu cellulaire, c'est donc la *gélatine*. Quelques matières grasses et quelques substances salines, d'autant moins abondantes que le tissu a été mieux isolé, enfin, de l'eau, complètent sa composition.

Cette composition permet de ranger parmi les substances cellu-

organes, sous le rapport de l'apparence extérieure, avec les différentes variétés du tissu cartilagineux. Ils sont, il est vrai, constitués par un tissu feutré et très-solide; mais sous le rapport de leurs connexions, sous celui de leurs fonctions (M. Gosselin, thèse inaug., 16 mars 1843), et surtout sous le rapport chimique, ils doivent être rattachés au tissu ligamenteux. Comme lui, ils se résolvent en gélatine par une coction prolongée. Je comprends ici les disques compris dans l'articulation temporo-maxillaire, dans celle du poignet, et dans l'articulation du genou. Le cartilage inter-articulaire de l'articulation sterno-claviculaire contient de la véritable substance cartilagineuse, il ne doit pas en être question ici.

Tissu cartilagineux.

Soumis à l'ébullition prolongée, les cartilages se résolvent en un liquide qui se prend en gelée par le refroidissement; cette gelée, c'est la *chondrine*.

Voici le résultat de l'analyse des *cartilages costaux* d'un jeune homme de vingt-deux ans. (Fromherz et Gugert, *Journ. von Schweigger*, t. L, p. 187.)

Chondrine.....	96,5
Substances inorganiques....	3,402

La chondrine constitue donc l'élément chimique du tissu cartilagineux. Dans le cartilage, elle est unie à trois cinquièmes d'eau. (Chevreul, loc. cit.)

Les cartilages du nez, des voies respiratoires, des surfaces articulaires, des os avant leur ossification, se résolvent aussi en chondrine.

Les cartilages de l'oreille et le cartilage de l'épiglotte (J. Müller, *Poggendorf Annalen*, t. XXXVIII, p. 314), après une ébullition très-prolongée, ne se transforment pas en gelée, mais donnent un

liquide qui offre exactement les réactions chimiques de la chondrine.

Voici d'autres parties qui, bien que n'appartenant pas anatomiquement au tissu cartilagineux, ont cependant la même base chimique que le cartilage :

1° La *cornée transparente* se gonfle dans l'eau bouillante, devient blanche, gélatiniforme, finit par se dissoudre, et laisse déposer de la chondrine par le refroidissement.

2° Le *tissu élastique* (ligaments jaunes, tunique moyenne des artères) se résout avec une extrême difficulté en une liqueur qui se prend en gelée par le refroidissement. On facilite beaucoup la résolution en acidifiant la liqueur. La gelée obtenue présente les caractères chimiques de la chondrine, moins un (voy. *Chimie*).

Nous rapprocherons des tissus à base de chondrine l'*épiderme cutané*, constitué par un amas de cellules microscopiques, qui se produisent sans interruption à la partie extérieure du derme, se déforment en s'aplatissant, et s'imprègnent, à mesure qu'elles s'approchent de la surface, d'une substance azotée dite *substance cornée*, dont Schérer a fait l'analyse en la réduisant à ses éléments (oxygène, hydrogène, carbone, azote), mais dont la nature est peu connue. Schérer la considère comme une modification de la protéine.

La substance des *ongles* et celle des *poils* est analogue à celle de l'épiderme. Il résulte des recherches toutes récentes de M. V. Laer (Berzelius, *Rapport annuel*, etc., loc. cit.) que les cheveux, soumis à une ébullition prolongée avec l'acide chlorhydrique, se dissolvent à la longue, et donnent un magma qui a de l'analogie avec la fibrine et l'albumine. Si ces recherches sont confirmées, les matières cornées devront être classées parmi les matières albuminoïdes.

Tissu musculaire.

Les muscles ont été souvent étudiés au point de vue chimique, mais ils ne l'ont pas été avec la précaution de tenir compte des différentes parties qui entrent dans leur composition; je veux parler du tissu cellulaire, des vaisseaux, du sang, de la lymphe, des nerfs, du tissu adipeux.

Lorsque, au moyen de l'eau, de l'alcool et de l'éther, on a extrait des muscles les sels, les matières extractives, une petite quantité d'albumine et de matière colorante qui appartiennent probablement au liquide sanguin qui les imprègne, on obtient une substance solide, grisâtre, qu'il faut traiter de nouveau par l'ébullition pour séparer les colles, et par l'éther pour la bien dégraisser. Le résidu définitif, qui s'élève à 15,8 pour 100 du poids de la chair fraîche, se comporte comme de la *fibrine* : il se gonfle dans l'acide acétique en formant une gelée que l'eau dissout facilement au moyen de la présure.

La base des muscles est donc de la *fibrine* coagulée. Peut-être la petite proportion d'albumine (2 pour 100) ne doit-elle pas être considérée comme appartenant au liquide sanguin exclusivement, mais aussi, en partie du moins, à la fibre musculaire elle-même.

L'*iris*, la *substance de la matrice*, la couche musculeuse du *conduit biliaire* et de la *vésicule du fiel*, la tunique hypertrophiée des *uretères* de l'homme, se comportent comme le tissu musculaire, sous le rapport chimique (Henle, *Anat. génér.*, t. II, p. 133), et donnent par conséquent de la fibrine.

Tissu nerveux.

La substance cérébrale de l'homme a été analysée un grand nombre de fois. Il nous suffira de citer les recherches de Four-

croy, Vauquelin, et celles plus récentes de MM. John, Couerbe, Lassaigne et Fremy.

Les chimistes n'ont opéré que sur la matière cérébrale; mais la substance intérieure des nerfs, débarrassée de son névrilemme, ressemble tellement à celle-là, qu'on peut conclure à l'identité des principes qui les constituent toutes les deux.

L'eau entre pour les quatre cinquièmes dans la substance cérébrale. Outre une grande quantité de matières grasses, de sels, une petite quantité de phosphore, toutes les analyses s'accordent pour reconnaître dans la matière nerveuse environ 7 pour 100 d'*albumine*. Les analyses récentes de M. Fremy ont montré qu'il existe, en outre, dans cette substance, un acide azoté, l'*acide cérébrique*.

L'acide cérébrique est libre dans la substance nerveuse ou combiné à la soude. M. Fremy n'indique pas les proportions de l'acide cérébrique, comparées à celles des autres principes du cerveau. (*Annales de chimie et de phys.*, 3^e série, t. II, 1841, p. 463.)

M. Lassaigne a recherché s'il n'existe pas une différence chimique appréciable entre la substance grise et la substance blanche du cerveau. Il a trouvé que l'*albumine* prédominait dans la substance grise, et que sa quantité était moindre dans la substance blanche. (Dans cette dernière, il y aurait une plus forte proportion de matières grasses.)

B. DES LIQUIDES ANIMAUX.

Le sang renferme un certain nombre de principes azotés :

1° Fibrine;

2° Albumine;

3° Hématine.

Voici les proportions suivant lesquelles ces différents principes

entrent dans la composition du sang normal, et les principales substances inorganiques avec lesquelles ils se trouvent mélangés :

Caillot, 130.	Globules.....	127	{ Albumine, } 125 Fibrine, } Hématosine, 2
	Fibrine.....	3	
Sérum, 870.	Albumine.....	72	{ } 80 8
	Soude,		
	Carbonate de soude,		
	— de chaux,		
	— de magnésie,		
	Phosphate de soude,		
	— de chaux,		
	— de magnésie,		
	Sulfate de potasse,		
	Acétate de soude,		{ } 790
	Acides gras, cholestérine, etc.,		
	Eau.....	790	
			1000

Ces chiffres sont ceux que M. le professeur Dumas donne dans ses leçons à la Faculté de médecine. Il est d'autant plus important de ne les point oublier, qu'ils ont servi de base aux recherches de MM. Andral et Gavarret, sur lesquelles nous aurons l'occasion de nous arrêter bientôt.

L'albumine est contenue dans le sérum. Elle constitue ce qu'on désigne sous le nom de *partie organique du sérum*. Il en existe aussi une petite proportion dans cette partie du sérum qui imbibe le caillot.

La fibrine existe dans le sang à l'état liquide. Je n'ai pas besoin d'apporter ici de preuves à l'appui; c'est un fait aujourd'hui vulgaire, depuis les expériences de J. Müller sur le sang des reptiles. Lorsque le sang est extrait de ses vaisseaux, la fibrine se coagule et emprisonne les globules. Quant aux phénomènes et aux causes de la coagulation, je m'en occuperai plus tard.

La matière colorante ou hématine est contenue dans les glo-

bules rouges. Chez les animaux où ces globules renferment un noyau, on pense que cette matière est fixée sur la surface de ce noyau. Chez l'homme, où l'existence du noyau est plus que problématique, on suppose qu'elle est en suspension dans un liquide albumineux. Le globule lui-même paraît constitué par de l'albumine et par une petite proportion de fibrine.

Chez les animaux, les moyennes dans les proportions de la fibrine et de l'albumine ne sont pas tout à fait les mêmes que chez l'homme. Chez le porc, la moyenne de la fibrine est 4,6; chez les chevaux, ce chiffre est 4; chez le bœuf et la vache, 3,7; chez les bêtes ovines de race mérine, la proportion est la même que dans le sang de l'homme; enfin, chez les chiens, la moyenne du chiffre de la fibrine ne s'élève pas au-dessus de 2,1. (Andral, Gavarret et Delafond, *Recherches sur la composition du sang de quelques animaux*, etc., p. 9.)

Le chiffre des globules est très-variable aussi dans les espèces animales. Chez le chien, il s'élève à 148,3; chez le taureau, au contraire, il n'est que de 81,7. (Loc. cit.)

Indépendamment des caractères différentiels tirés de la température (MM. Becquerel et Breschet) et de la proportion des gaz (Magnus), existe-t-il entre le sang artériel et le sang veineux une différence appréciable et caractéristique eu égard à la proportion de leurs principes azotés? M. Dumas et M. Le Canu ont établi, d'après des expériences nombreuses, que la quantité des globules est plus considérable dans le sang artériel que dans le sang veineux. Il y a une différence d'environ 1 pour 100. D'après les mêmes expérimentateurs, il y a aussi plus de fibrine dans le sang artériel.

Il résulte des recherches de MM. Andral, Gavarret et Delafond, qu'il y a prédominance des globules par rapport à la fibrine, dans le sang des animaux nouveau-nés.

Quelle influence la parturition exerce-t-elle sur les proportions

relatives des différents principes constituants du sang ? Les expériences suivantes nous mettent à même de résoudre cette question : « Nous avons saigné quatre brebis de race mérine : une première fois pendant les derniers jours de la gestation, et une seconde fois deux à trois jours après la mise bas, pendant la durée de la fièvre de lait. Chez ces quatre animaux nous avons vu *invariablement* la fibrine et les globules augmenter de quantité après la mise bas. Chez tous, au contraire, pendant les derniers temps de la gestation, la fibrine et les globules s'étaient abaissés au-dessous de leur moyenne physiologique. Nous avons aussi étudié chez des vaches l'influence de la mise bas sur la composition du sang, et nous sommes arrivés chez elles aux mêmes résultats que chez les brebis. Chez les vaches, l'augmentation de la fibrine après la mise bas fut même plus considérable que chez les brebis ; ainsi, l'un de ces animaux, qui n'avait fourni que 3,7 en fibrine, dans les derniers jours de la gestation, en fournit 5,1 après la mise bas pendant la durée de la fièvre de lait. » (Andral, Gavarret et Delafond, loc. cit., p. 13.)

Si les choses se passent dans l'espèce humaine comme chez les animaux, il serait donc inexact de dire, comme la plupart des auteurs le répètent, que la quantité de fibrine augmente dans le sang durant les trois derniers mois de la grossesse.

Le procédé à l'aide duquel on évalue les proportions des différents principes azotés du sang est des plus simples.

On reçoit le sang dans deux capsules d'égale capacité. Dans la première, on recueille le premier et le dernier quart de la saignée ; dans la seconde, le deuxième et le troisième quart. On bat le sang contenu dans l'une de ces deux capsules. On abandonne l'autre à la coagulation spontanée. On a ainsi deux caillots : un caillot blanc et un caillot rouge. Il ne reste plus qu'à faire dessécher ces deux caillots et le sérum.

On obtient ainsi le poids de la fibrine, celui des globules et celui des matériaux solides du sérum. Enfin, en évaluant les pertes, on a le poids de l'eau. Pour doser l'albumine, il suffit d'incinérer le résidu solide du sérum. Il ne reste au fond du creuset que les matériaux inorganiques; la perte représente la partie organique du sérum.

Le *chyle* est un liquide qu'on n'a pu observer que chez l'homme mort subitement à une époque voisine de la digestion, ou bien chez des suppliciés. M. Bouisson (*Etudes sur le chyle; Gazette méd.*, 1844, p. 411) a pu s'assurer que la constitution du chyle retiré des vaisseaux d'un homme qui s'était suicidé est tout à fait analogue à celle du chyle des animaux carnassiers; que, par conséquent, les expériences tentées sur les animaux, sous ce rapport, sont parfaitement acceptables.

On n'obtient jamais le chyle parfaitement pur, il est toujours mélangé à une certaine proportion de lymphe. En opérant au moment où la digestion est en pleine activité chez les animaux, on peut se mettre en partie à l'abri de cet inconvénient.

Le chyle retiré du canal thoracique se sépare en deux parties : caillot (globules et fibrine) et sérum. Les matériaux azotés qui entrent dans la composition du chyle sont :

- 1° De la fibrine;
- 2° De l'albumine;
- 3° Une très-faible proportion de matière colorante, laquelle existe quelquefois dans le liquide, au sortir même du canal thoracique dans quelques circonstances, et se développe toujours dans le caillot du chyle, lorsqu'on le laisse exposé pendant un certain temps au contact de l'air.

Le chyle a donc, dans le canal thoracique, une grande analogie avec le sang, sous le rapport de ses parties constituantes. Voici les proportions suivant lesquelles ces parties sont assemblées :

96 pour 100 d'eau.

A peine 1 pour 100 de caillot sec composé en partie par de la fibrine.

Matières solides du sérum.	{	55 d'albumine.
		22 de matières grasses.
		23 de matières extractives et de sel.

Enfin, des traces de matière colorante, que l'on peut enlever du caillot en le lavant. L'eau colorée l'abandonne bientôt sous forme d'un sédiment que les acides détruisent. (M. Emmert.)

La *lymphe* peut être recueillie sans mélange de chyle sur la cuisse des grenouilles (M. Müller) ou sur une plaie faite au cou-de-pied (M. Wutzer). On se procure ainsi des quantités de lymphe suffisantes pour l'observation microscopique, mais trop petites pour être examinées chimiquement.

On peut se la procurer aussi dans un assez grand état de pureté, en l'extrayant du canal thoracique d'animaux qu'on a fait jeûner quelque temps.

Les principes azotés qui existent dans ce liquide sont les mêmes que ceux du chyle. La lymphe diffère cependant du chyle, d'abord sous le rapport de sa coloration; elle est transparente, et le chyle est plus ou moins laiteux; et, de plus, elle renferme moins de matières grasses et *plus de fibrine*. M. Schultz (*das Syst. der circulation in seiner Entwicklung*, etc., 1836, in-8°, p. 70) établit, chez le cheval, le rapport suivant : la quantité de fibrine du chyle est à celle de la lymphe :: 1:3.

Les globules de la lymphe et ceux du chyle ont été, comme les globules du sang, l'objet de recherches spéciales sous le rapport de leur composition intime. Pris au niveau de l'intestin, les globules, traités par divers réactifs, se comportent comme de petites vésicules graisseuses. Plus tard, lorsqu'ils se rapprochent de la cir-

culation sanguine, leur manière d'être se modifie, et tout fait présumer qu'ils acquièrent peu à peu une composition analogue à celle des globules du sang.

Produits de sécrétion.

Le *lait* se sépare aussi, lorsqu'on l'abandonne à lui-même, en deux parties : une partie solide, le caillot; et une partie liquide, le sérum. Une troisième partie se rend à la surface du liquide : la crème (composée en grande partie de beurre et d'une petite portion de caséine).

On trouve dans le lait trois sortes de principes azotés :

1° La caséine;

2° Une faible proportion d'albumine;

3° L'enveloppe des globules, probablement formée de caséine.

Joignez à ces principes, des matières grasses en suspension sous forme de globules (beurre), une matière désignée sous le nom de *sucré de lait*, et qui se transforme promptement en acide lactique; quelques sels, dont les proportions varient suivant l'alimentation; enfin, une grande quantité d'eau.

Voici les résultats numériques obtenus par MM. Henry et Chevallier.

	Femme.	Anesse.	Vache.
Eau.....	87,98	91,65	87,02
Caséum.....	1,52	1,82	4,48
Beurre.....	3,55	0,11	3,13
Sucré de lait.....	6,50	6,08	4,77
Albumine et sels.....	0,45	0,34	0,60
	100,00	100,00	100,00

La *bile* peut être considérée, dans l'état actuel de la science, comme constituée par l'acide choléique (acide azoté) uni à la

soude; de telle sorte que la bile n'est qu'un *choléate de soude* formé de 100 parties d'acide choléique contre 7 parties de soude.

Voici la composition de la bile de bœuf (M. Dumas, *Leçons orales*) :

	Eau.....	875
Principes azotés.	{ Choléate de soude.....	110
	{ Matières colorantes.....	5
	Sels, margarates, oléates de soude, cholestérine.....	10
		1000

L'*urine* est un liquide dont la composition est sujette à un très-grand nombre de variations. Dans son état normal, elle ne contient que deux principes azotés :

1° L'urée;

2° L'acide urique.

Quant à la proportion suivant laquelle ces deux principes se retrouvent dans les urines, elle varie suivant les individus, et aussi suivant l'alimentation. C'est un point physiologique important sur lequel nous aurons l'occasion de revenir.

On trouve en outre, dans l'urine comme dans d'autres liquides de sécrétion, une petite quantité de mucus (liquide azoté) qui tapisse les réservoirs et les canaux excréteurs.

Voici les résultats numériques donnés par M. Berzelius :

Eau.....	933,00
Urée.....	30,10
Acide urique.....	1,00
Lactate d'ammoniaque et matière animale inséparable.....	17,14
Mucus.....	0,32
Sels.....	18,44
	1000,00

Mais nous ferons remarquer ici que l'alimentation influant d'une manière très-sensible sur la proportion des principes constituants azotés de l'urine, et les chiffres de M. Berzelius portant sur l'analyse du liquide urinaire rendu à une seule époque de la journée, les nombres ne sauraient être l'expression de la vérité.

Pour se mettre à l'abri de cette cause d'erreur, les analyses quantitatives doivent donc porter sur la totalité de l'urine qu'un homme bien portant rend en vingt-quatre heures. Cette méthode, employée par M. Le Canu et après lui par M. A. Becquerel, a fourni la moyenne suivante :

Eau.	973,975
Urée.	13,074
Acide urique.	0,410
Sels fixes et indécomposables.	10,067

Le *sperme* est composé d'une partie liquide non organisée, et de filaments microscopiques mobiles (zoospermes).

La partie liquide renferme comme principes azotés, de l'*albumine* et du *mucus*; environ 900 parties d'eau sur 1000, tenant en dissolution les principaux sels du sang.

M. Lassaigne a trouvé dans le sperme du cheval une substance azotée, qu'il désigne sous le nom de *spermatine*. Si ces recherches sont confirmées, ce sera encore un composé à joindre à la liste des principes azotés.

La *salive* et le *suc pancréatique*. Les principes azotés de ces deux humeurs consistent en une très-faible proportion d'*albumine* et de *mucus*. Suivant quelques auteurs, on peut séparer de la salive une matière animale azotée qui n'est pas de l'*albumine* (*ptyaline*); mais l'existence de cette substance n'est pas généralement admise.

Voici l'analyse de la salive donnée par M. Berzelius :

Eau.	992,9
Lactate de soude et matière animale.....	3,8
Mucus.	1,4
Chlorures de potassium et de sodium... ..	1,7
Soude.	0,2
	1000,0

Le *mucus* est un liquide sécrété à la surface de toutes les membranes muqueuses. Il est sur tous les points de l'économie mélangé à la sérosité. Lorsqu'on le dessèche, il devient jaune, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Le mucus contient une substance animale, mais on ne sait pas encore d'une manière précise la composition élémentaire de cette substance. Tout porte à croire, cependant, que cette partie insoluble du mucus a la plus grande analogie avec les matières albuminoïdes.

Le liquide qui humecte les cavités séreuses, la *sérosité* et la *synovie*, est formé par une grande quantité d'eau tenant en dissolution des sels et des traces d'*albumine* : c'est un liquide comparable au sérum du sang, avec cette différence qu'il contient une proportion moins considérable de matériaux organiques.

Le *cristallin*. Pour connaître la composition chimique de cet organe, on le réduit en pulpe et on le jette sur un filtre après y avoir ajouté de l'eau; les enveloppes membraneuses restent sur le filtre. L'*albumine* constitue la base du cristallin.

(M. Berzelius.) Enveloppes membraneuses.....	2,4
Eau.....	58,0
Matière albumineuse.....	35,9
Sels.....	3,7
	100,0

M. Simon annonce avoir trouvé de la *caséine* dans le cristallin.

(*Medizinische Chemie*, p. 76.) D'autres chimistes avant lui avaient cru que la gélatine faisait partie des humeurs de l'œil.

L'*humeur aqueuse* (analyse de M. Berzelius).

Eau.....	98,10
Albumine.....	à peine une trace.
Sels.	1,90
	100,00

Le *corps vitré*. Dépouillée de ses membranes, l'humeur vitrée est ainsi composée (analyse de M. Berzelius) :

Eau.....	98,40
Albumine.....	0,16
Sels.	1,44
	100,00

DEUXIÈME SECTION.

État pathologique.

Les principes immédiats azotés ne se présentent pas toujours dans l'économie animale, dans les proportions moyennes que nous avons indiquées. Tantôt ces proportions s'élèvent; tantôt elles s'abaissent, et ces variations s'annoncent par un trouble plus ou moins prononcé dans les fonctions physiologiques. En d'autres termes, il existe un rapport direct entre les modifications de proportions de quelques-uns des principes azotés et certains états pathologiques déterminés.

L'étude dont nous parlons, commencée pour le sang par MM. Andral et Gavarret, sera, nous n'en doutons pas, continuée sur les autres liquides de l'économie, et fournira encore aux sciences médicales de précieuses lumières. Pour que cette étude fût complète,

il faudrait aussi qu'elle fût poursuivie sur les parties solides. Il resterait, en effet, à rechercher par des analyses précises si les principes immédiats qui forment la base des tissus organiques ne varient pas aussi dans leurs proportions constitutives dans l'état pathologique.

Passons succinctement en revue l'état de nos connaissances sur ce point.

Des modifications de proportion des principes azotés du sang. — Nous avons vu que ces principes azotés étaient les suivants : la fibrine, l'albumine, l'hématine. Ici, nous remplacerons cette dernière substance par les globules, dont les divers principes constituants ne peuvent être isolés dans cette étude. En général, ces différents principes n'augmentent pas ou ne diminuent pas simultanément : tantôt il n'y en a qu'un seul qui se modifie dans sa quantité, soit en plus, soit en moins ; tantôt il y en a deux qui se modifient à la fois, mais en sens inverse ; de telle sorte, par exemple, qu'en même temps que la fibrine augmente, les globules diminuent et réciproquement.

MM. Andral et Gavarret (*Ann. de chim. et de phys.*, t. LXXV, novembre 1840) ont établi, d'après les changements qu'elles déterminent dans les proportions du sang, quatre classes de maladies qui peuvent être ainsi groupées :

- 1° Maladies dans lesquelles la fibrine est augmentée.
- 2° Maladies dans lesquelles la fibrine reste en quantité normale ou diminue, en même temps que les globules restent aussi en quantité normale ou augmentent.
- 3° Maladies dans lesquelles les globules du sang sont spontanément diminués.
- 4° Maladies dans lesquelles l'albumine du sang est spontanément diminuée.

Dans la première classe, il faut ranger ce que les pathologistes désignent sous le nom d'inflammations aiguës. Dans le rhumatisme articulaire aigu, le chiffre de la fibrine oscille entre 7 et 8; dans le rhumatisme articulaire sub-aigu, le chiffre se tient entre 4 et 5; enfin, dans le rhumatisme chronique, la fibrine descend à son chiffre normal, qui est 3. La moyenne de la fibrine du sang, dans la pneumonie, se maintient entre 7 et 8; dans la bronchite capillaire aiguë, la moyenne oscille entre 6 et 7; dans la péritonite aiguë, la fibrine se maintient en général entre 5 et 6; dans la pleurésie récente avec fièvre, entre 4 et 6; dans l'amygdalite, le chiffre varie entre 5 et 7; dans l'érysipèle avec fièvre intense, la moyenne se trouve également entre 5 et 7.

Dans la phthisie pulmonaire, la fibrine augmente et atteint en général, en moyenne, le chiffre 5. Il faut remarquer ici que, marchant en sens inverse de la fibrine, les globules, surtout dans la dernière période de la maladie, deviennent de moins en moins abondants, sans cependant descendre aussi bas que dans la chlorose.

Les résultats précédents sont constants, tant qu'intervient la double condition de l'acuité et de la fièvre; car, si la maladie est primitivement chronique ou l'est devenue, si la fièvre n'a jamais existé, ou si elle a disparu, la fibrine cesse d'être en excès dans le sang (1).

La seconde classe comprend les pyrexies, les congestions et les hémorrhagies cérébrales.

Dans le prodrome des fièvres continues, la fibrine conserve à peu près ses proportions normales, ou du moins sa diminution n'est pas constante; les globules, au contraire, dépassent leur chiffre physiologique; ils peuvent varier entre 136 et 157. Lorsque

(1) M. Routier, interne distingué des hôpitaux, a observé aussi l'augmentation de la fibrine dans les lésions chirurgicales. Ainsi, dans les plaies et les contusions étendues, dans le travail de consolidation des fractures, la fibrine se montre en excès dans le sang.

la fièvre est établie, le chiffre de la fibrine descend entre 3 et 2; celui des globules peut s'élever au chiffre de 185,1.

Du reste, il n'existe pas pour cette classe de maladies des résultats aussi constants, aussi uniformes que pour les phlegmasies. Le mouvement fébrile se complique d'ailleurs assez souvent, et à une époque plus ou moins avancée de l'invasion, de la phlegmasie de quelque organe. Alors on voit les globules s'abaisser, et le chiffre de la fibrine augmenter de manière non-seulement à atteindre, mais encore à dépasser son chiffre normal. La maladie, dès lors, n'appartient plus à cette classe, mais à la première.

Dans la fièvre typhoïde, la fibrine a donné pour maximum 3, 7, et pour minimum 1. Les globules se sont fréquemment élevés au-dessus de 130.

Dans les fièvres éruptives, la fibrine s'est maintenue entre 3, 5 et 2. Les globules ont augmenté dans la scarlatine et la majorité des cas de rougeole, et jamais dans la variole et la varioloïde.

Dans les congestions et les hémorrhagies cérébrales, l'augmentation des globules est un fait, sinon constant, du moins très-fréquent.

Le type des états morbides compris dans la troisième classe, c'est la chlorose. Remarquons d'ailleurs que les globules peuvent être diminués jusqu'à une certaine limite sans entraîner d'accidents, et qu'on trouve à cet égard, en dehors de la maladie, des variétés individuelles assez nombreuses. Ajoutons encore que les pertes de sang et la diète prolongée entraînent aussi une diminution dans la quantité des globules.

Dans la chlorose bien caractérisée, le chiffre des globules a oscillé entre 77,5 et 38,7. C'est là, comme on voit, une diminution considérable. La fibrine ne varie pas sensiblement dans ses proportions.

Dans la quatrième classe doivent être rangées les affections qui ont pour résultat l'apparition de l'albumine dans les urines (maladie de Bright, néphrite albumineuse). Les analyses ont montré,

en effet, que la présence de l'albumine dans les urines a toujours été accompagnée de la diminution dans les proportions normales de l'albumine dans le sérum du sang. Chez un malade observé par MM. Andral et Gavarret, à l'époque où l'albuminurie était le plus prononcée, le chiffre de l'albumine du sérum était descendu à 57,9. Lorsque, plus tard, toutes traces d'albumine eurent disparu dans les urines, la proportion de l'albumine du sérum avait repris son type normal, c'est-à-dire 72.

Pour compléter ce qui touche à la distribution anormale des principes azotés dans le sang, il nous reste à parler de l'apparition dans ce liquide de deux substances que l'on n'y a pas rencontrées jusqu'ici dans l'état physiologique : je veux parler de l'urée et de quelques principes de la bile.

L'urée, dis-je, n'existe pas normalement dans le sang de l'homme. Les analyses de M. Simon, qui ont porté sur de grandes quantités de sang de bœuf, prouvent cependant qu'elle existe chez les grands animaux; peut-être parviendra-t-on aussi à constater la présence de ce principe dans le sang humain; mais, jusqu'ici, je ne sache pas qu'on l'ait encore signalée.

L'apparition de l'urée dans le sang de l'homme est un effet pathologique qui coïncide avec la diminution de ce principe dans les urines. C'est ainsi que dans l'affection des reins dont nous venons de parler, c'est-à-dire la maladie de Bright, ces phénomènes se produisent. Il est probable que, dans ce cas, comme d'ailleurs les expériences de MM. Prévost et Dumas tendent à le prouver, il est probable, dis-je, que l'état pathologique du rein, ne permettant pas l'élimination de l'urée qui se forme peu à peu, en détermine la concentration dans le sang. La maladie de Bright ne serait pas la seule, du reste, dans laquelle on retrouverait de l'urée dans le sang. M. Copland (*Dict. de méd.*, art. SANG, p. 106) assure que le sang des gouteux contient non-seulement de l'urée, mais encore de l'acide urique.

Relativement à la présence dans le sang des ictériques des principes de la bile, j'ai déjà, dans un autre endroit (thèse, février 1842), discuté les nombreuses recherches qui ont été tentées sous ce rapport, et j'ai fait voir qu'il n'y avait qu'un seul fait incontestable, et sur lequel la plupart des chimistes sont aujourd'hui d'accord, à savoir : l'existence des principes colorants de la bile dans le sang des malades affectés d'ictère.

Des modifications de proportions des principes azotés de l'urine. — Les quantités d'urée et d'acide urique que l'urine renferme dans l'état normal peuvent varier dans ce liquide sous l'influence des causes pathologiques.

Les travaux de M. A. Becquerel (*Sémiologie des urines*; Paris, 1841, p. 35) ont fait voir que, dans les maladies, la quantité d'urée contenue dans les urines de vingt-quatre heures dépasse rarement la limite physiologique, et qu'on ne peut établir sous ce rapport aucune règle certaine.

Dans la plupart des affections pathologiques, on remarque, au contraire, une diminution notable dans les proportions de l'urée. Ainsi, dans la chlorose et la phthisie pulmonaire, le chiffre 13, que nous pouvons considérer comme normal, descend entre 6 et 8; dans la bronchite, la pneumonie, le rhumatisme aigu, entre 7 et 8.

L'acide urique suit, au contraire, en général, dans les maladies, une marche contraire. On se rappelle que nous avons posé comme chiffre normal de cet acide 0,41. Dans le rhumatisme aigu, dans la bronchite, la moyenne de l'acide urique est 1 environ; dans les affections tuberculeuses, 1,5. Dans la chlorose cependant l'acide urique, de même que l'urée, diminue dans ses proportions; il descend à 0,2.

Je ferai toutefois aux recherches de M. Becquerel une objection qui me paraît sérieuse, et dont nous apprécierons mieux la valeur dans la troisième partie de cette thèse : c'est que rien ne prouve

que l'on puisse attribuer à la phlegmasie ou au mouvement fébrile, plutôt qu'à la diète des malades, ou même simplement à la diminution dans la quantité des aliments, les modifications qui surviennent dans la proportion normale de l'urée.

Nous avons vu les circonstances dans lesquelles l'urée apparaît dans le sang. L'urée peut encore être retrouvée dans d'autres liquides de l'économie, et en particulier dans la sérosité des hydrophisies abdominales qui accompagnent les maladies organiques des reins. (Rayer, *Traité des maladies des reins*, t. II, p. 78.)

Au nombre des principes azotés déplacés qui peuvent être avec le plus de facilité retrouvés dans les urines, il faut ranger l'albumine. Ce principe apparaît constamment dans l'affection désignée sous le nom de *maladie de Bright*. Nous avons déjà eu occasion d'indiquer ce phénomène en parlant des altérations du sang. J'ajouterai ici que dans beaucoup d'urines d'individus malades ou non, et qui ne présentent aucun des autres signes ou symptômes d'une affection des reins, on peut constater la présence d'une petite proportion d'albumine dans les urines. M. Lehmann (*Journ. für pr. Chemie*, t. XXVI, XXVII), qui s'est livré sous ce rapport à des expériences très-nombreuses, affirme que l'urine contient souvent de l'albumine, mais qu'elle s'y trouve en trop faible quantité pour être précipitée par l'acide nitrique.

La présence anormale des éléments azotés du lait dans l'urine est un fait encore très-douteux.

Le sperme se trouve souvent mélangé à l'urine; mais, comme c'est par la constatation seule des animalcules qu'on peut affirmer sa présence, nous n'avons pas à nous y arrêter; nous dirons seulement que, en général, on peut en même temps démontrer dans ces urines, par la chaleur, une petite quantité d'*albumine*.

Dans l'urine comme dans le sang, et avec plus de facilité, on peut constater dans l'ictère la présence des matières colorantes de la bile.

Le sang lui-même apparaît souvent dans la sécrétion urinaire : il donne à l'urine une couleur en général facile à reconnaître, et, au moyen du microscope, on peut apercevoir dans le liquide les globules rouges qui le caractérisent.

Parmi les nombreuses concrétions urinaires qui se développent dans la vessie, quelques-unes sont constituées surtout par des principes azotés. Les calculs d'acide urique sont les plus communs : ils se présentent en général sous la forme d'une masse de forme ovoïde, composée de couches concentriques, dont le noyau est presque toujours ou un corps étranger, ou un dépôt inorganique. Réuni à l'ammoniaque, l'acide urique constitue un calcul rare. Enfin, d'autres principes azotés, qui n'existent pas normalement dans l'économie animale, apparaissent dans des cas très-rare, et viennent constituer des calculs : tels sont l'oxyde xanthique et l'oxyde cystique, ou cystine.

Les liquides sécrétés normalement dans l'intérieur des cavités séreuses renferment des traces d'albumine. Mais, dans les épanchements pathologiques liés à un état phlegmasique, la quantité d'albumine augmente dans des proportions souvent assez considérables pour donner naissance, à une époque plus ou moins avancée de la maladie, à des dépôts albumineux. Ceux-ci restent flottants au milieu du liquide ou se déposent sur les parois de la cavité qui les contient, et dans un grand nombre de cas, deviennent le point de départ d'un travail d'organisation ultérieur.

Sous l'influence d'un travail morbide inflammatoire, il se développe dans l'organisation un produit nouveau aux dépens de certains principes immédiats azotés, et dont par conséquent nous devons dire ici quelques mots; je veux parler du pus.

Tant qu'on a considéré le pus comme une substance particu-

lière sans analogue dans l'économie animale, il devait paraître, et il paraissait en effet difficile de concevoir comment tout organe enflammé était apte à le produire, comment toute solution de continuité dans les tissus, si elle n'était réunie par première intention, le sécrétait nécessairement. Mais lorsque, par des analyses exactes, on a pu se convaincre de ses nombreux rapports avec le sang, la génération pour ainsi dire universelle de ce liquide au sein de l'économie a dû paraître moins surprenante. Les limites de mon sujet ne me permettent pas d'étudier toutes les questions importantes qui se rattachent à l'examen de ce liquide pathologique qui se confond insensiblement avec le produit de sécrétion que nous avons désigné sous le nom de *mucus*. Tout ce que je puis dire ici, c'est que la différence qui sépare ces deux humeurs au point de vue chimique ne porte très-probablement que sur la proportion différente des principes immédiats qui entrent dans leur composition.

Faut-il admettre, avec M. Gueterbock (*de Pure, etc., dissert. physiol.*; Berlin, 1837, in-4°), qu'il existe dans le pus un principe qui diffère à quelques égards de la fibrine, de l'albumine et de la caséine, et auquel cet auteur donne le nom de *pyine*? Cette substance précipitée du pus, comme l'albumine par l'alcool, se redissout dans l'eau après sa précipitation, ce qui n'a pas lieu pour l'albumine. Sa solubilité dans l'eau la distingue de la fibrine. La pyine, précipitée par l'alun comme la chondrine, n'est pas comme elle soluble dans un excès du réactif. Enfin, la caséine et la pyine précipitent par l'acide acétique; mais un excès redissout la caséine et non pas la pyine.

Ajoutons que le pus est composé, comme le sang, de particules microscopiques et d'un véhicule liquide; qu'il y a dans ce liquide de l'*albumine*, de la *fibrine*, des matières grasses et les sels de toutes les humeurs organiques. Quant à la nature des globules,

sont-ils formés d'*albumine* et de *fibrine* ? Sont-ils , comme le pense M. Mandl, formés par de la fibrine coagulée au sortir des vaisseaux ? Le pus, comme le mucus , comme l'épiderme , se forme-t-il aux dépens du plasma du sang exhalé hors du système circulatoire ? Ce sont là des questions dont la solution est encore pendante , et que je dois me borner à signaler. Le pus peut apparaître sur tous les points de l'économie et dans tous les organes vasculaires ; il circule avec le sang , et se mélange avec les produits de sécrétion.

CHAPITRE III.

CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES SUR LES PRINCIPES IMMÉDIATS
AZOTÉS.

Les détails dans lesquels nous allons entrer s'appliquent principalement aux matières que nous avons désignées sous le nom d'*albuminoïdes*. Ce sont elles, en effet, comme on peut s'en convaincre dans l'œuf, qui, par des transformations favorisées par l'intervention de l'oxygène de l'air, ou des éléments de l'eau, donnent, conjointement avec la matière grasse du jaune, tous les matériaux nécessaires à la formation des organes du nouvel individu.

J'étudierai successivement l'origine des principes azotés, leurs métamorphoses, leur rôle, leur fin.

§ 1^{er}. *Origine des principes immédiats azotés.*

L'animal vivant n'entretient son existence qu'à la double condition d'absorber sans cesse de l'air atmosphérique, et d'introduire dans son économie, et à des intervalles plus ou moins éloignés, des aliments destinés à réparer ses pertes continuelles. Les principes azotés de son organisation ne peuvent donc provenir que de deux sources, ou de l'azote de l'air atmosphérique qui se combinerait ensuite sous l'influence de la vie avec des composés organiques non azotés, ou bien de l'azote contenu dans les substances dont il se nourrit.

D'après un grand nombre d'expériences, et malgré quelques résultats contradictoires qui tiennent peut-être au défaut d'exactitude des procédés employés, on peut conclure, je crois, qu'il n'y

a pas d'azote emprunté à l'air atmosphérique par la respiration; c'est du moins ce qui résulte des expériences de Berthollet (*Mémoires phys., Société d'Arcueil*, t. II, p. 461), de la plupart de celles de M. Collard de Martigny (*Journ. de M. Magendie*, t. X, p. 165), de celles de M. Despretz (*Ann. de chimie et de phys.*, t. XXVI, p. 351), et, enfin, de celles de Nysten (*Rech. de physiologie*, p. 230; 1811). Il résulte d'ailleurs des mêmes expériences qu'il y a, au contraire, par la respiration, une exhalation continuelle d'une certaine proportion d'azote. (Voyez toutes les expériences de M. Despretz; les recherches de Nysten, dans lesquelles cet expérimentateur s'est assuré que l'exhalation d'azote continue lorsqu'on fait respirer aux animaux du gaz oxygène pur; la plupart des résultats obtenus par Berthollet, Edwards (*Agents physiques*), et par M. Collard de Martigny.)

Ainsi, les animaux qui respirent un mélange d'oxygène et d'azote absorbent une partie du premier et rejettent du second une quantité plus considérable que celle qu'ils avaient inspirée. Je sais bien que ce n'est pas là une preuve péremptoire, qu'il n'y a pas en même temps une certaine proportion d'azote absorbée, et plus tard rejetée. Mais, si l'on considère que, d'une part, l'excès d'azote expiré est constant; et, d'autre part, que l'on ne peut pas citer un seul aliment qui entretienne la vie, et dans lequel il n'y ait ou de la fibrine, ou de la caséine, ou de l'albumine, c'est-à-dire de l'azote; et que d'ailleurs nous retrouverons plus loin dans les sécrétions diverses de l'individu, sans changement dans son poids, la quantité précise de l'azote que renferment les aliments dont il se nourrit; je dis qu'on arrive ainsi à un degré de certitude presque mathématique.

Les principes azotés de l'organisation n'empruntent donc pas leur azote à l'air atmosphérique. Il nous semble inutile d'ajouter que l'animal ne crée pas de l'azote de toutes pièces. Ici une ques-

tion se présente. Les animaux empruntent-ils directement aux végétaux ou aux animaux dont ils se nourrissent leurs principes immédiats azotés tout formés, ou bien forment-ils eux-mêmes, et sous l'influence de la vie, ces mêmes principes aux dépens des éléments? Voilà un problème auquel les investigations de la chimie physiologique ont été particulièrement appliquées, et dont la solution paraît être définitivement fixée. Mais avant de nous prononcer, il est nécessaire que nous placions sous les yeux du lecteur les éléments de notre conclusion.

Eu égard à la nature des aliments dont les animaux se nourrissent, on peut diviser ceux-ci en deux classes : les carnivores et les herbivores. Chez le premier, qui vit de la chair et du sang des herbivores et des granivores, il est évident que, chimiquement parlant, la nourriture et la substance de l'individu lui-même sont identiques, et que, par conséquent, il n'est pas besoin de supposer qu'il décompose les principes immédiats qu'il trouve tout formés, pour les reconstituer ensuite. D'ailleurs, quand nous suivrons tout à l'heure, dans le chyle et dans le sang, les produits de la digestion, nous montrerons que dans ces liquides sont contenus et les principes qui préexistaient dans l'aliment, et ceux qui formeront la trame des tissus.

Les végétaux dont l'animal herbivore se nourrit exclusivement semblent différer, au premier abord, sous le rapport de leur nature, des composés animaux. Mais les recherches de MM. Dumas et Cahours (*Annales de physique et de chimie*, 3^e série, t. VI) ont montré que, dans les végétaux, dans les graines des céréales, et dans celles des plantes légumineuses, oléagineuses, etc., il existe des principes azotés, qui, par la proportion de leurs éléments, sont en tous points comparables à l'albumine, à la fibrine, à la caséine. Ces principes végétaux, désignés sous le nom de glutine ou albumine végétale, de légumine, de caséine végétale, sont donc non

pas seulement analogues mais identiques avec les principes immédiats azotés animaux d'où les carnivores tirent leur nourriture. La gélatine seule ne se retrouve pas toute formée dans les plantes, mais ce principe, qui diffère un peu, sous le rapport de sa composition, des matières albuminoïdes proprement dites, n'est extrait des tissus animaux que par une opération qui en altère peut-être la véritable nature. D'ailleurs, la gélatine, qui prend naissance seulement dans l'économie animale par une modification légère dans la proportion des éléments qui caractérisent les principes azotés, ne doit pas être considérée comme une substance nutritive, pas plus pour les carnivores que pour les herbivores, comme je le prouverai plus loin.

Chez l'embryon encore contenu dans le sein maternel, ou dans l'œuf des ovipares qui renferme dans son intérieur tous les matériaux de son développement futur, il est évident encore que les principes immédiats azotés des tissus qui se développent proviennent directement de l'individu mère.

Le nouveau né tire toute sa subsistance du lait de sa mère ; eh bien, dans le lait nous avons vu qu'il existe, indépendamment des matières grasses et sucrées, un principe azoté, la caséine, qui s'y retrouve en quantité considérable. Ce principe azoté du lait constitue donc nécessairement la matière première d'où se forment le sang, les muscles, les os, le tissu cellulaire du jeune animal.

L'animal emprunte donc ses principes azotés aux aliments dont il se nourrit. Examinons, pour compléter notre théorème, l'aliment azoté depuis son entrée dans le tube digestif, jusqu'au moment où il parvient par absorption dans le cercle de la circulation.

L'aliment azoté, animal ou végétal, est soumis, sous l'influence des liquides acides de l'estomac et d'une substance particulière (pepsine) qui agit à la manière d'un ferment, à une série de phé-

nomènes dont le dernier terme est une liquéfaction définitive. Les matières dont nous parlons (fibrine, albumine, caséine, glutine, etc.) ne paraissent éprouver autre chose qu'une dissolution (MM. Sandras et Bouchardat, mémoire lu à l'Académie des sciences, le 9 mai 1842). Bien que leurs éléments ne soient ni dissociés ni modifiés dans leurs proportions, cependant il doit se passer dans leurs molécules une modification toute spéciale qui leur permet de passer dans le sang et de concourir à la nutrition. En effet, les expériences de M. Bernard (thèse; Paris) ont prouvé que les principes immédiats azotés injectés dans le sang à l'état liquide (l'albumine, par exemple) ne concouraient pas au travail de la nutrition, et qu'on les trouvait constamment dans les urines peu de temps après l'opération. Si, au contraire, les substances azotées avaient été placées pendant quelques heures dans le suc gastrique extrait du corps de l'animal, et injectées dans ces conditions dans le système circulatoire, elles disparaissaient et on ne pouvait plus les retrouver dans les urines. Des expériences analogues (mémoire présenté à l'Institut par MM. Bernard et Bareswil, 1844) ont montré que la gélatine ne devait pas être considérée comme un aliment, car chez les animaux auxquels ce principe avait été administré comme aliment et par la voie intestinale, on le retrouvait toujours dans les urines, *en nature*, et peu de temps après son administration. Ces expériences ont donné la démonstration chimique d'un fait sur lequel les expériences d'un grand nombre d'expérimentateurs, et celles de M. Magendie en particulier, avaient depuis longtemps appelé l'attention des physiologistes.

Il résulte des expériences de M. Magendie sur l'alimentation des chiens avec les principes immédiats azotés, que ces substances employées seules entraînent la mort des individus en un court espace de temps. Ces phénomènes, loin de contredire la doctrine

que nous développons ici, ne font que la confirmer. Ils prouvent, en effet, que les principes azotés conservent leur nature azotée dans l'économie, et qu'ils ne peuvent, en l'absence des aliments gras et amylacés qui sont aussi des aliments très-essentiels, remplacer ces derniers dans leurs relations nécessaires avec les phénomènes de la respiration.

Les aliments azotés, après avoir été digérés, sont absorbés. Quel que soit le siège de cette absorption qui paraît s'effectuer plus particulièrement dans l'estomac, aussitôt qu'ils sont sortis des voies digestives ils appartiennent à l'économie, et constituent un de ses liquides : le chyle. Le chyle est donc la source unique d'où dérivent tous les principes azotés de l'organisation.

Nous avons montré que les matières albuminoïdes ne diffèrent que sous le rapport de quelques-unes de leurs propriétés; mais que, sous celui de leur composition, il y a identité parfaite, à l'exception toutefois de la fibrine, qui, d'après les analyses de M. Dumas, paraît renfermer constamment une proportion un peu plus forte d'azote, et une proportion un peu moindre de carbone. Il résulte de cette considération que ces différentes substances peuvent et doivent certainement, dans l'économie vivante, passer avec la plus grande facilité de l'une à l'autre. Aussi, la question de savoir si les principes azotés, introduits dans l'estomac, entrent dans le chyle sous leur forme primitive, n'est plus que d'un intérêt secondaire; car il suffit de retrouver dans ce liquide une ou plusieurs des substances albuminoïdes, pour en conclure que ces principes ont été absorbés sans dissociation des éléments. Nous n'avons qu'à jeter les yeux sur la composition du chyle, nous voyons que ce liquide renferme de l'albumine et de la fibrine : une quantité assez considérable de la première, et une assez faible proportion de la seconde. Müller conclut de cette constance dans la proportion plus grande de l'albumine dans le chyle, quelle que

soit l'alimentation : *Die Verdaung hat also zum Wesen, dass sie die Nahrungsstoffe auflöst und alles in Eiweis verwandelt* (*Physiol. des Menschen*, tome 1, p. 460); c'est-à-dire que la digestion a pour essence, et de dissoudre les substances alimentaires, et de les transformer en albumine. Si Müller, au lieu des mots, *les substances alimentaires*, avait employé ceux de *principes azotés*, il nous semblerait plus près de la vérité; car il est évident que les matières grasses et sucrées ne sont point transformées en albumine ni absorbées sous cette forme. Les expériences de MM. Tiedemann et Gmelin le prouvent certainement; mais je n'ai à m'occuper ici que des principes azotés.

Le caillot du chyle, principalement formé de fibrine, reçoit-il, sous le rapport de ses proportions relatives, une influence marquée de la nature des substances alimentaires? D'après ce que nous venons de dire, on comprend facilement comment cette influence peut être nulle; et elle l'est en effet. MM. Marcet et Prout avaient annoncé, l'un en 1813 et l'autre en 1834 (*Chemistry of digest.*), que, chez les chiens nourris de substances animales, les proportions du caillot étaient plus considérables que chez les mêmes animaux nourris de substances végétales. Mais voici des expériences de MM. Macaire et Marcet fils (*Ann. de chim. et de phys.*, 1832), qui montrent la plus grande analogie de composition entre le caillot du chyle des herbivores et des carnivores. Voici les résultats :

	Chyle de chien.	Chyle de cheval.
Carbone. . .	55,52	55,0
Hydrogène.	6,6	6,7
Azote.	11,0	11,0
Oxygène. . .	25,9	26,8

Cette analyse prouve d'ailleurs, encore, ce que j'indiquais plus

haut, à savoir, la similitude de composition des principes azotés tirés de la nourriture végétale ou de la nourriture animale.

Il résulte des différences que nous avons signalées dans le chapitre précédent, entre la composition du chyle et celle de la lymphe, un fait qui, au premier abord, semble difficile à concilier avec les résultats jusqu'à présent énoncés : c'est que les proportions d'albumine, de fibrine, et aussi celles des principes colorants, sont toujours plus considérables dans le chyle de l'animal à jeun, que dans celui qu'on extrait des vaisseaux de l'animal qui a mangé. Mais en réfléchissant que, dans le premier cas, ce n'est plus du chyle qu'on analyse, mais de la lymphe, c'est-à-dire un liquide en quelque sorte de seconde formation, et que le chyle, au contraire, renferme les matériaux des substances alimentaires, c'est-à-dire, outre les principes azotés, des matières grasses et une grande quantité d'eau, on se rendra facilement compte de cette différence dans les résultats. Pour nous résumer, nous pouvons dire : la lymphe est formée aux dépens de l'animal; le chyle, au contraire, aux dépens des aliments : de là la différence qu'ils présentent.

A mesure que le chyle s'approche de l'embouchure du canal thoracique dans la circulation sanguine, il éprouve, sous l'influence de la vie, des changements non pas dans la nature de ses principes, mais dans leurs proportions respectives. Ainsi, la quantité de fibrine augmente sans que celle de l'albumine diminue : par conséquent, il arrive dans le chyle, de la fibrine qui ne provient pas des produits *actuels* de la digestion. Non pas que l'animal fournisse au chyle les principes azotés aux dépens de sa propre substance ; mais, ainsi que le dit M. Bérard (art. LYMPHATIQUE, *Dict. de méd.*, t. XVIII, p. 333), « les matériaux nutritifs que nous prenons au dehors, et qui sont destinés à faire partie de nos humeurs et de nos solides, ne reçoivent pas tout d'un coup les qualités qui les rendent assimilables. »

La fibrine qui apparaît ainsi dans le chyle, à mesure qu'on s'éloigne du tube intestinal, d'où provient-elle? Évidemment du courant sanguin; et, comme les lymphatiques sont entrelacés avec les vaisseaux sanguins dans les ganglions mésentériques, et que le chyle lui-même est beaucoup plus coagulable après avoir traversé le ganglion qu'il ne l'est au moment où il sort de l'intestin, ainsi que le prouvent les expériences de MM. Tiedemann et Gmelin, il en résulte que, dans l'intérieur de ces ganglions, il se fait un échange entre les matériaux du sang et ceux du chyle, dont le résultat est l'accroissement de la fibrine du chyle. Les vaisseaux sanguins et les vaisseaux lymphatiques sont fermés de toutes parts, et constituent des cercles sans extrémités; les échanges dont nous parlons se font donc entre les parois des vaisseaux, comme d'ailleurs dans tous les phénomènes de nutrition, et aussi dans ceux de sécrétion. Quelques auteurs (M. Henle, *Anatomie générale*, t. 1, p. 455) pensent que la fibrine augmente peu à peu dans le chyle par la transformation d'une partie de l'albumine; mais il faudrait prouver que l'albumine diminue dans ce liquide en proportion de l'augmentation de la fibrine: or, c'est ce qui ne ressort nullement des expériences.

Les principes colorants paraissent aussi tirer leur origine plutôt du sang, par l'intermédiaire des ganglions, que du tube digestif. Dans le chyle de la digestion, ces principes sont difficiles à reconnaître; dans le chyle extrait du canal thoracique pendant l'intervalle des digestions, la matière colorante est au contraire reconnaissable à la simple vue.

Parvenu dans le système veineux, et soumis à l'influence de la respiration, le chyle est devenu du sang. Celui-ci contient les principes azotés que le chyle lui a fournis, l'albumine et la fibrine. D'autre part nous avons fait remarquer que le sang fournissait au chyle une partie de la fibrine que celui-ci lui restitue. La quan-

tité de fibrine contenue dans le sang, ou fournie par ce liquide, l'emporte donc sur celle qui lui vient primitivement du chyle. D'où provient cet excès de fibrine? où se forme-t-il? Si nous nous reportons aux expériences déjà citées de M. Dumas, expériences qui ont prouvé que la fibrine différait de l'albumine par une augmentation presque insensible dans ses proportions d'azote et dans une diminution correspondante de carbone, il est probable que de la fibrine peut se développer de l'albumine par une faible décarbonisation opérée par l'oxygène qui circule avec le sang. L'origine de la matière colorante ou hématine est encore très-obscur. Proviend-elle directement et toute formée des aliments? Cela me paraît très-douteux. Se développet-elle, au contraire, par des transformations ultérieures sous l'influence de la respiration? Cela est plus probable. Souvenons-nous, en effet, que le caillot blanc du chyle se colore en rouge au contact de l'air.

§ II. *Transformations et rôle des principes immédiats azotés.*

L'œuf des animaux ovipares est presque en totalité constitué par un seul principe immédiat azoté : l'albumine. La substance du jaune elle-même, qui consiste en une matière grasse particulière, contient aussi dans son intérieur un principe azoté qui offre avec l'albumine une ressemblance très-grande, si ce n'est une identité complète. C'est donc aux dépens de l'albumine et d'un principe analogue à elle, que vont se développer successivement les différents organes de l'oiseau. Les phénomènes chimiques qui s'accomplissent au sein de l'œuf sont de l'ordre de ceux sur lesquels des recherches, suivies avec persévérance, pourraient fournir les renseignements les plus curieux et les plus utiles aux progrès de la physiologie. L'Académie des sciences, à plusieurs reprises déjà, a proposé cette question, qui ouvre un champ si vaste à l'expéri-

mentation, et jusqu'à présent, je crois, elle est restée sans solution définitive. Le problème se présente cependant dans des conditions bien déterminées : d'une part, une substance limitée par une enveloppe résistante, et aux dépens de laquelle vont se développer successivement le tissu cellulaire, les vaisseaux, les muscles, les cartilages, les os, les plumes et les griffes, etc.; de l'autre, l'air atmosphérique, et des conditions de température faciles à reproduire.

A plusieurs reprises, on a cependant fait quelques remarques importantes relativement au sujet qui nous occupe. Ainsi, on a observé qu'il se forme un vide au gros bout de l'œuf d'oiseau quelque temps après la ponte, entre les deux feuillets de la membrane corticale, et qu'en même temps il y a dans l'œuf une légère diminution de poids. Le gaz contenu dans cet espace, ou cette chambre, comme on l'appelle, est plus riche en oxygène que l'air atmosphérique; il en renferme entre 22 et 26 pour 100. La chambre s'accroît pendant l'incubation, ainsi que la quantité du gaz. M. Dulk (*Schweigger, Journ.*, 1830, t. I, p. 336) a trouvé que la quantité d'oxygène de l'air dans lequel était plongé un œuf était descendue à 17,6 pour 100 pendant l'incubation, et que l'oxygène disparu avait été remplacée par de l'acide carbonique. Il paraît d'ailleurs constant que l'air atmosphérique est indispensable au développement du poulet. L'œuf, placé dans des gaz irrespirables, ou enduit de toutes parts d'un vernis imperméable, ne se développe pas. Ainsi, de l'acide carbonique s'échappe de l'œuf, de l'air atmosphérique y entre. L'oxygène extérieur, et peut-être aussi l'azote, concourent donc aux transformations successives qui font passer l'albumine à l'état de fibrine, de chondrine, de gélatine, etc. En même temps, il y a diminution de poids dans l'œuf aux dépens de l'eau, et probablement aussi aux dépens de la combustion des matières grasses qu'il contient, ce qui serait parfaitement en rapport avec l'expiration

d'acide carbonique. MM. Prévost et Dumas ont fait l'analyse comparée des œufs frais et des œufs couvés et près d'éclore. Voici les résultats auxquels ils sont arrivés (*Essai de statique chimique des êtres organisés*, 1842, p. 88) :

	OŒufs frais.	OŒufs près de l'éclosion.
Matières minérales.....	9,3	9,4
Matières organiques.....	23,8	21,2
Eau.....	66,9	55,6
Perte pendant l'incubation.		13,8
	100,0	100,0

Dans l'animal adulte, chez lequel les tissus et les organes sont complètement développés, le mouvement de formation ne se traduit plus à l'extérieur par l'augmentation de la masse ; le travail d'assimilation n'a plus pour effet que le remplacement insensible et continu des molécules organiques anciennes par des molécules nouvelles. Le sang, renfermé dans des canaux partout continus à eux-mêmes, transmet au travers de ses parois les différents liquides qui circulent dans leur intérieur, fournit ainsi les matériaux organisables de la nutrition, et reçoit aussi incessamment les principes que la vie abandonne, pour les porter au dehors par la voie des sécrétions ou par celle de la respiration. Les principes azotés seuls sont employés à la réparation des organes, c'est-à-dire à la nutrition ; les matières grasses sont brûlées par la respiration.

C'est donc l'albumine et la fibrine du sang qui se transforment incessamment en les divers principes azotés des organes. Nous ne suivrons pas, à l'exemple de M. Liebig, les métamorphoses de ces deux substances à l'aide des équations chimiques, parce qu'il nous semble que la science n'est pas encore tellement fixée sur ce point, qu'elle puisse dès à présent transporter, sur les résultats dont nous parlons, la rigueur et la certitude mathématiques. Nous

nous bornerons à appeler l'attention sur quelques points principaux.

Pour peu que nous nous reportions à la partie chimique de cette thèse, il nous sera facile de constater que la plupart des principes azotés renferment des proportions très-peu différentes des quatre éléments qui les composent. Pour quelques-uns d'entre eux, un simple changement moléculaire ou dynamique, sans modifications dans la quantité de leurs parties constitutives, peut donc les transformer en d'autres principes. Si d'autres, la gélatine, la chondrine, l'hématine, les pigments, diffèrent entre eux, et aussi des précédents, par une plus forte proportion d'oxygène, ou de carbone, ou d'azote, il ne faut pas oublier que la respiration introduit sans cesse dans la circulation de l'oxygène; qu'on retrouve aussi dans le sang des proportions assez considérables d'azote et de gaz acide carbonique, et que par conséquent les conditions propres à donner naissance à ces différents principes se trouvent réunies.

Prenons la gélatine, par exemple, qui, formant la base du tissu cellulaire et de ses modifications, existe en quantité si considérable dans le corps des animaux : elle a gagné de l'azote; peut-être par une simple combustion d'une très-faible partie de son carbone, car son carbone a diminué dans les mêmes proportions. C'est le contraire pour les matières colorantes; elles gagnent du carbone et perdent de l'azote. La chondrine peut être considérée comme procédant de la gélatine; car elle a fixé une quantité d'oxygène précisément équivalente à la quantité d'azote qu'elle a perdu, etc. Ainsi, retranchant à l'albumine ou à la fibrine une faible proportion d'un des éléments, ou substituant un excès équivalent d'un autre élément, on fait passer avec facilité ces substances par toutes les métamorphoses organiques.

Au bout d'un temps plus ou moins long, les principes immédiats azotés sont repris dans les organes et reviennent dans le

sang, pour être soumis à l'action physiologique des organes sécréteurs. Ont-ils, à cette époque, déjà subi la transformation qui les a convertis en principes des sécrétions? C'est là un point sur lequel la science n'est pas encore fixée. Si nous nous conformons aux résultats les plus généralement acceptés de l'analyse du sang, nous devons penser que ce n'est que dans les vaisseaux des glandes elles-mêmes que la mutation s'opère.

§ III. *Fin des principes immédiats azotés.*

L'animal, considéré dans ses fonctions végétatives, est, suivant l'heureuse expression de M. Dumas, un véritable appareil de réduction. Il prend des aliments; et, par ces aliments, il introduit dans son intérieur deux sortes de principes élémentaires: il brûle par la respiration ceux qui ne contiennent pas d'azote (corps gras), et les rejette au dehors, transformés en acide carbonique et en eau; il assimile, et enfin il expulse, sous forme de produits gazeux ou sous celle de sécrétions, ceux de ces principes qui renferment de l'azote.

Ainsi, après avoir séjourné un temps plus ou moins long dans l'économie, les principes immédiats azotés retournent au dehors d'où ils provenaient. Les expériences de M. Boussingault ont prouvé que, chez l'animal adulte, c'est-à-dire chez celui dont la croissance est terminée, et qu'on maintient à la ration d'entretien, la quantité d'azote rendue par l'animal dans les vingt-quatre heures représente exactement celle renfermée dans les principes azotés consommés par le même animal parmi ses substances alimentaires. Ces expériences sont trop importantes pour que je n'en donne pas ici un résumé succinct.

Pour que les expériences dont nous parlons soient concluantes, il faut qu'elles portent sur des animaux tenus à la ration d'entre-

tien, c'est-à-dire dont le poids n'augmente ni ne diminue. Avant de procéder à l'expérimentation, il faut encore soumettre, pendant un mois au moins, l'animal à un régime composé d'une quantité exactement égale des mêmes aliments, pour l'accoutumer en quelque sorte à l'expérience que l'on veut tenter; et cette précaution est indispensable; car, sur des animaux chez lesquels elle n'avait pas été prise, et bien qu'on eût analysé exactement la nourriture et les déjections, cependant on trouva des différences qui s'opposèrent à ce qu'on pût en tirer aucunes conclusions.

Ces conditions préliminaires une fois accomplies, M. Boussingault procéda à l'expérience sur une vache laitière et sur un cheval. Celle-ci dura trois jours et trois nuits. Le poids des animaux fut pris avant, pendant et après l'expérience, et tout était disposé pour recevoir sans perte les urines et les excréments. Voici, en grammes, le tableau des résultats obtenus chez le cheval; les aliments étaient composés d'avoine et de regain (voyez M. Boussingault, *Économie rurale*, etc., 2 vol., 1844, t. 2, p. 353):

Aliments consommés par le cheval en vingt-quatre heures.

Poids humide.	Poids sec.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Sels.
25770	8392	3938	446	3209	139	672

Produits rendus par le cheval en vingt-quatre heures.

	URINE ET EXCRÉMENTS.		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Sels.
	Poids humide.						
	15580	3827	1473	191	1363	116	685
Différence.	10190	4565	2465	255	1846	23	13

En prenant la différence entre le poids humide et le poids sec des aliments consommés, on trouve 17 kil. 378 pour la quantité d'eau entrée en vingt-quatre heures.

En prenant la différence entre le poids humide et le poids sec de l'urine et des excréments rendus en vingt-quatre heures, on trouve 11 kil. 753. La différence de ces deux nombres, qui est 5 kil. 625, représente la quantité de vapeur d'eau sortie en vingt-quatre heures par la transpiration pulmonaire.

L'oxygène et l'hydrogène qui manquent dans les produits rendus par l'animal se sont réunis pour former de l'eau. Il y a un excès d'hydrogène qui a été brûlé dans la respiration.

Le perte en carbone, évaluée à 2 kil. 465, représente celle qui a été transformée en acide carbonique par la respiration. Car, il ne faut pas oublier que l'expérience a été faite à l'aide de substances alimentaires qui renferment non-seulement des principes azotés, mais encore des principes gras, sucrés, etc.; double condition nécessaire à une alimentation normale.

Mais ce qu'il nous importe surtout de noter ici, c'est que la quantité d'azote comprise dans les déjections de l'animal ne représente pas exactement celle qui est entrée avec les aliments. Le chiffre 23 exprime cette différence. Plus haut, nous avons vu qu'il ressortait, d'expériences nombreuses, qu'il y a par le poumon une expiration continuelle d'azote; il est donc tout naturel que les sécrétions ne reproduisent pas exactement l'azote contenu dans la nourriture de l'animal. Cette expérience donne, en outre, le moyen d'apprécier, à peu près, la quantité d'azote rendue par la respiration. Je dis à peu près, car il doit aussi s'échapper une petite proportion de ce gaz par la transpiration insensible à la surface cutanée, et toutes les analyses de la sueur s'accordent pour signaler dans cette humeur une substance animale particulière azotée, dont la composition n'est pas parfaitement connue.

L'expérience précédente explique d'une manière satisfaisante le rôle de l'azote dans les phénomènes de la nutrition. Très-probablement, d'ailleurs, les principes azotés des excréments ne représentent pas la nourriture actuelle; du moins cette manière de considérer les choses ne s'accorderait nullement avec les idées que nous nous faisons touchant l'assimilation. Que les principes azotés alimentaires ne fassent que passer dans l'organisme, ou qu'ils en déplacent d'autres qui s'y étaient fixés à une époque plus ou moins reculée, toujours est-il que des principes azotés entrent sans cesse dans le corps de l'animal, et qu'il en sort continuellement une même proportion.

Mais ce n'est pas seulement par l'examen de la sécrétion urinaire, ou par celle de la bile (excréments), qu'on peut étudier le mécanisme du passage des principes azotés dans l'économie. Chez les animaux femelles, la sécrétion du lait vient nous fournir un nouveau sujet d'expériences, et en quelque sorte de contre-épreuve. M. Boussingault a répété sur une vache laitière l'expérience qu'il avait déjà tentée sur le cheval; les quantités d'azote fournies par la sécrétion lactée ont donné, conjointement avec les autres produits de sécrétion recueillis, des résultats tout à fait semblables aux précédents. M. Péligot, dans un mémoire sur le lait, reproduit dans le *Journal des connaissances médico-chirurgicales*, a étudié l'influence de l'alimentation sur les qualités du lait d'ânesse, et il est arrivé à ce résultat que nous sommes maintenant à même de prévoir, c'est-à-dire que la quantité de caséine contenue dans le lait était d'autant plus considérable que les végétaux dont l'animal tirait sa nourriture étaient plus riches en azote. Parmi les autres circonstances qui influent aussi beaucoup sur la proportion du principe azoté du lait, il faut noter le temps plus ou moins long pendant lequel le lait séjourne dans les mamelles. Au lieu de s'enrichir par un séjour prolongé dans l'intérieur de la glande,

comme on l'admet généralement, il s'appauvrit au contraire d'une manière très-remarquable, et la quantité de caséine diminue d'autant plus qu'on tarde plus longtemps à lui donner issue au dehors. Circonstance remarquable qui vient à l'appui des faits précédents. Tout porte à penser que, dans ces circonstances, le principe azoté du lait, ne pouvant se faire jour au dehors par les canaux excréteurs de la glande mammaire, se porte sur un autre point de l'économie, non plus à l'état de caséine, mais sous une forme quelconque, pour être assimilé ou rejeté au dehors sous forme de sécrétion.

M. Lehmann (loc. cit.) a étudié l'influence du régime sur les proportions des matériaux azotés de l'urine (urée, acide urique). Voici le résumé numérique de ses recherches.

Régime.

	Animal.	Végétal.	Non azoté.
Eau.....	90,93	93,49	96,51
Urée.....	5,34	2,56	1,10
Acide urique.	0,14	0,09	0,05

Quantité en grammes.

	Résidu.	Urée.	Acide urique.
Régime animal...	87,44	53,19	1,47
Régime végétal...	50,24	22,48	1,02
Régime non azoté.	41,68	15,40	0,73

Il résulte de ces analyses que la quantité d'urée et d'acide urique est directement en rapport avec la quantité d'azote contenue dans les substances alimentaires.

Chez l'animal qui n'a pas encore pris tout son accroissement, ou bien chez celui que l'on soumet à une nourriture forcée, tout en le privant d'exercice et de travail, il n'y a plus égalité entre la

quantité des principes azotés ingérés, et celle des produits évacués. La différence observée trouve son explication dans l'augmentation du poids de l'animal. (Boussingault, loc. cit.)

Par quelle série de transformations les principes azotés des sécrétions, tels que l'urée, l'acide urique, la taurine, l'acide choléique, se développent-ils des principes immédiats du sang? Probablement, comme ceux que nous avons étudiés précédemment, par des phénomènes à la fois moléculaires et de substitution. Tout ce qu'on peut dire à ce sujet nous semble encore très-hypothétique. Si l'on considère la composition de ces différents principes, on voit d'ailleurs que les éléments qui les constituent varient dans des limites assez étendues, relativement à leurs proportions. L'urée se distingue par sa richesse en azote; l'acide choléique, au contraire, par une très-grande quantité de carbone, observation qui tend à confirmer les suppositions physiologiques qui font du foie, non pas seulement une glande en rapport avec les phénomènes de la digestion, mais encore un organe auxiliaire du poumon.

L'urée, une fois sortie hors de l'économie animale, ne tarde pas à se putréfier au contact de l'air. Sous l'influence de cette trace de matière muqueuse que nous avons signalée dans sa composition, elle se transforme bientôt, par une véritable fermentation, en carbonate d'ammoniaque, en fixant deux atomes d'eau. L'acide urique se décompose en acide cyanhydrique, urée, et carbonate d'ammoniaque. Dans l'organisme vivant, le dernier terme des principes azotés introduits comme aliments peut donc être représenté par ces deux composés organiques : azote, ammoniaque. L'animal, comme nous le disions en commençant, est donc un véritable appareil de réduction.

Des phénomènes analogues à la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque, c'est-à-dire de véritables fermentations, s'accomplissent aussi probablement dans l'économie vivante. Ainsi,

dans la digestion, fonction dans laquelle nous pouvons reproduire artificiellement la série des phénomènes qui se succèdent dans les substances alimentaires, nous voyons se manifester des effets qui ont la plus grande analogie avec les fermentations végétales proprement dites. Nous pouvons extraire de l'estomac des animaux un principe qui a la propriété de faire éprouver aux substances avec lesquelles on le met en contact des transformations spéciales. La persistance avec laquelle l'action de la présure s'exerce nous porte, d'ailleurs, à penser que les modifications qu'elle fait naître dans les composés en contact sont de l'ordre de celles qui n'enlèvent aucun élément au ferment lui-même, en d'autres termes, de l'ordre des phénomènes catalytiques. Et si nous considérons, d'une autre part, que la constitution du ferment que nous connaissons le mieux, je veux parler de la levure de bière, offre, avec les matières albuminoïdes une identité de composition presque parfaite, nous serons tentés de penser que les matières azotées animales peuvent passer aussi à l'état de véritables ferments, et déterminer au milieu de l'organisme des phénomènes du même ordre que ceux que nous voyons s'accomplir dans les principes végétaux. Voici, en effet, la composition de la levure de bière (M. Dumas, *Statique chimique*, p. 58) :

Carbone.	50,6
Hydrogène.	7,3
Azote.	15,0
Oxygène.	27,1
	100,0

Nous pouvons encore trouver une application importante pour la physiologie animale dans le mode d'action des ferments. Voyons donc comment agissent ces corps singuliers. Le ferment, dit M. Liebig, est une matière organique qui s'altère, dont les molé-

cules sont à l'état d'équilibre détruit, à l'état de mouvement. Si on le place près d'un autre composé, il transmet son état aux éléments du corps en contact, et ceux-ci se groupent de manière à former de nouveaux composés. Cette manière d'envisager l'action des ferments n'est, en définitive, qu'une explication assez ingénieuse, mais qui n'est déduite ni de l'observation, ni de l'analogie. MM. Cagniard-Latour et Mistcherlich ont observé au microscope que la levure de bière peut être considérée comme un végétal microscopique, qui, primitivement constitué par des sortes de germes ou de globules, développe une tige et des rameaux au contact de l'air et sous l'influence d'une température modérée. Le moment où le ferment a perdu tout son pouvoir correspond précisément au développement complet du végétal. De là ils ont conclu que le ferment agit comme un être organisé qui, se nourrissant aux dépens des substances avec lesquelles il est mélangé exerce en même temps une influence décomposante sur ces substances. Les faits observés par M. Cagniard-Latour l'ont été depuis par un grand nombre d'observateurs, ils sont donc incontestables; mais la manière dont il explique le rôle du végétal qui se développe, sur les phénomènes de la fermentation elle-même, me paraît très-hypothétique. M. Dumas (leçons orales) assimile l'action des ferments à celle des corps poreux. Ce serait nous écarter de notre sujet que de suivre ici l'illustre professeur dans tous les développements de son théorème. Les organes de tous les êtres organisés, en totalité composés de tissus poreux, ne peuvent-ils pas déterminer, avec les liquides en contact, des phénomènes analogues à ceux que produisent l'éponge de platine, la pierre ponce, le charbon, sur l'acide citrique, oxalique, etc.? Qui ne sait que des tissus (coton, toiles, etc.) imprégnés d'huile ou de matières grasses quelconques, et abandonnés à l'air pendant un certain temps, s'enflamment quelquefois spontanément?

Il me reste, pour compléter l'histoire des précipités immédiats azotés, à jeter un coup d'œil sur les phénomènes qui s'accomplissent dans leur sein, lorsque, soustraits tout à coup à l'influence de la vie et abandonnés aux lois de la nature morte, leurs éléments se dissocient pour rentrer sous l'empire de la chimie minérale; je veux parler de la putréfaction.

La putréfaction s'empare nécessairement des substances animales, aussitôt que celles-ci sont privées de la vie, et parcourt ses périodes avec une grande rapidité. Les premiers phénomènes de la putréfaction consistent dans un changement dans la coloration des tissus organiques, dans le développement d'une odeur d'abord fade, et qui devient fétide et insupportable, dans un boursoufflement léger qui soulève la masse, et qui est dû à des bulles de gaz qui se dégagent; les matières solides se ramollissent, semblent se fondre; peu à peu la masse diminue, la coloration augmente, ses éléments s'évaporent et se dissolvent, et il ne reste plus qu'une matière visqueuse encore fétide, désignée sous le nom de *terreau animal*. (Voy. Fourcroy, t. IX, p. 101.)

Les produits de la putréfaction des tissus contiennent non-seulement ceux des matières azotées qui entrent dans leur composition, mais encore quelques autres qui appartiennent aux principes non azotés. Au reste, les principes azotés, comme ceux qui ne contiennent pas d'azote, se décomposent de telle sorte qu'ils ont la plus grande tendance à former des combinaisons binaires, composés types du règne inorganique. Les produits qui se dégagent sont : de l'hydrogène carboné, sulfuré, phosphoré, de l'eau, de l'ammoniaque, de l'acide carbonique et du carbonate d'ammoniaque. Les produits fixes sont surtout des matières grasses, une petite proportion de carbonate d'ammoniaque et des phosphates terreux. Enfin, il paraît que la putréfaction peut aussi donner naissance à de l'acide nitrique.

La putréfaction peut-elle se développer au milieu des corps jouissant de la vie? Il n'est pas probable que les parties solides du corps humain se décomposent avant la mort de l'individu. Quand aux liquides, c'est une question bien autrement difficile à résoudre. Pendant longtemps la putridité des humeurs a été considérée par les médecins comme la cause d'un grand nombre d'affections; plus tard, on a rejeté jusqu'à la possibilité de cette lésion spontanée; et enfin, de nos jours, beaucoup de médecins restent sous ce rapport dans un doute peut-être légitime. Quant aux produits de sécrétion, une fois sécrétés, ils n'appartiennent plus qu'incomplètement aux lois de la vie; aussi n'est-il pas rare qu'ils se putréfient dans l'intérieur de leurs réservoirs, et qu'ils soient évacués au dehors dans un état de décomposition avancée. La putréfaction s'empare encore avec plus de facilité des produits de sécrétion morbide (pus).

Trois conditions sont indispensables pour que la putréfaction s'établisse : le contact de l'air, une température modérément élevée, et l'humidité. Quand la putréfaction est commencée, on peut toutefois soustraire la matière au contact de l'air, elle continue encore : il semble, dans ce dernier cas, que la substance qui se pourrit peut servir, en quelque sorte, de ferment pour déterminer à se pourrir celles qui peuvent subir ce genre de décomposition.

Comment s'opère la putréfaction? La plupart des auteurs se bornent à signaler les conditions dans lesquelles elle se développe; d'autres ont été plus loin, et en ont cherché la cause prochaine. La putréfaction n'étant, comme la fermentation, qu'une décomposition spontanée, qui donne lieu au développement de composés nouveaux aux dépens de la substance putréfiable, on a rapproché ces deux phénomènes, et on a donné le nom de *fermentation putride* à la putréfaction. Ce qui donne plus de vraisemblance à

cette manière d'envisager les choses, c'est que la putréfaction des matières animales s'accompagne toujours, dans les conditions ordinaires, du développement d'animalcules, comme la fermentation végétale de celle de végétaux microscopiques.

« Les expériences de M. Schultz et de M. Ure ont prouvé que l'air qui a traversé de la potasse ou un acide, ou qu'on fait rougir à la flamme, n'occasionne pas la putréfaction, et que, alors même que l'air a exercé son action, on peut à l'aide de l'ébullition empêcher ou arrêter la putréfaction, qui ne reprend plus qu'autant qu'on laisse arriver de nouvel air. Or, ces moyens ne sauraient changer ni décomposer l'oxygène : donc la présence de celui-ci n'est pas la seule cause de la putréfaction. D'un autre côté, les expériences relatées rendent vraisemblable que le principe qui doit être amené par l'air, pour que la putréfaction s'établisse ; est une matière organique. Mais, dès qu'une matière organique est la cause de la putréfaction, la pensée se reporte naturellement tout d'abord sur les infusoires, dont le développement suit pas à pas cette opération. La contagion de la putréfaction aurait lieu par transmission d'infusoires ; les antiseptiques seraient des moyens qui tuent les infusoires : en effet, tous les poisons sont des antiseptiques, et la strychnine, par exemple, qui est un poison pour les infusoires, mais non pour les plantes, empêche la putréfaction sans s'opposer à la moisissure. » (M. Henle, loc. cit.)

J'avoue que j'ai de la peine à concevoir, malgré ces expériences, comment chaque bulle d'air contient les germes de tous les animalcules qui n'attendent pour se développer que la mort des matières qu'ils environnent.

Après avoir tracé l'histoire physiologique des principes azotés des animaux, il me reste à ajouter quelques considérations qui

n'auraient pu trouver place dans le chapitre précédent, qu'à la condition d'en rompre l'enchaînement. Quelques mots d'abord, pour compléter l'histoire des principes azotés du sang, sur les phénomènes de la coagulation, et sur la formation de la couenne.

Le sang extrait hors de ses vaisseaux ne tarde pas à se séparer en deux parties : l'une qui reste liquide, l'autre qui se solidifie et demeure à la partie supérieure du liquide. La coagulation du sang commence à s'effectuer quelques minutes après la sortie du sang, et elle est en général complète au bout d'un quart d'heure. La coagulation est due à la solidification de la fibrine qui existe à l'état fluide dans ce liquide. La fibrine, en passant à l'état solide, retient dans ses mailles les globules du sang, et aussi une quantité assez considérable de sérum. Cependant, alors que le caillot est complètement formé, la fibrine exécute encore un mouvement de retrait qui se prolonge pendant plusieurs jours : la masse diminue, et une partie du liquide qu'elle contenait est exprimée. Toutes les circonstances physiques qui accélèrent ou retardent la coagulation du sang agissent par conséquent sur la contraction de la fibrine. C'est de cette manière que la forme du vase, la rapidité de l'écoulement, la température environnante, l'état de repos ou d'agitation, font varier les proportions respectives du caillot et du sérum.

On a beaucoup disserté sur la cause qui détermine la coagulation du sang, lorsque ce liquide est soustrait à l'influence de la vie; on l'a placée dans le changement de température qu'il éprouve lorsqu'il est extrait du corps de l'animal; mais, par une température équivalente à celle de la chaleur animale, le sang se coagule, et même assez rapidement. A une température plus basse, la coagulation est retardée; à une température plus élevée, elle est accélérée; mais, dans tous les cas, elle finit toujours par s'opérer. Ce ne peut être parce que le sang n'est plus animé par le mouvement circulatoire, car le battage du sang solidifie la fibrine en quel-

ques minutes. On a aussi considéré le contact de l'air comme la cause de la coagulation. Mais comment alors le gaz oxygène circule-t-il dans le système circulatoire? Les expériences de Nysten sont d'ailleurs positives à cet égard. Il a pu injecter impunément de petites quantités d'air atmosphérique dans l'artère carotide d'un chien, et cela à plusieurs reprises, sans déterminer aucun accident sur l'animal en expérience. (*Recherches de physiolog. et de chim.*; 1811, p. 47.) On pourrait penser, avec plus de raison peut-être, que la fibrine, se formant incessamment dans le sang, et se maintenant dans des proportions constantes dans ce liquide, les parties formées se déposent aussi incessamment dans les organes, et que, par conséquent, les 3 millièmes de fibrine qui se coagulent dans nos appareils se seraient aussi, et dans le même laps de temps, solidifiés dans l'économie. Mais comment expliquer alors que le sang contenu entre deux ligatures reste liquide pendant un temps très-prolongé? Comment se fait-il que le sang épanché conserve sa fluidité dans des tumeurs pendant des mois entiers, sans cependant avoir perdu la faculté de se coaguler lorsqu'on lui livre issue au dehors? Il faut l'avouer, la cause de ce phénomène nous échappe complètement.

Lorsque, par l'addition d'un sel de soude étendu, la coagulation du sang se trouve retardée, on voit apparaître dans le caillot un phénomène particulier. Les globules, qui sont plus pesants que la fibrine, et aussi que le sérum, tendent à s'abaisser au-dessous du niveau du liquide, et à gagner le fond du vase. Il résulte de cette tendance, que la fibrine, lorsqu'elle se coagule, n'emprisonne plus les globules que dans ses mailles les plus inférieures, et qu'à la partie supérieure elle apparaît isolée et sous la forme d'une couche grisâtre. C'est à cette couche que l'on a donné le nom de *couenne inflammatoire*. Celle-ci peut se produire dans deux circonstances pathologiques princi-

pales; ou bien, lors que la quantité normale de fibrine est augmentée, c'est-à-dire lorsqu'il y a en quelque sorte plus de fibrine qu'il n'en faut pour former le réseau des globules, et alors, en vertu de sa pesanteur spécifique, elle se solidifie en partie et isolément à la surface: ou bien, lorsque la quantité des globules est diminuée, ce qui revient au même, non pas quant à l'importance pathologique, mais quant à la manifestation du phénomène qui se produit évidemment d'après des lois toutes mécaniques. D'après cela, il est facile de comprendre aussi pourquoi la couenne apparaît dans certaines affections où le chiffre de la fibrine est diminué. En effet, par cela seul, le sang a perdu de sa tendance à la coagulation; les globules obéissent à leur pesanteur spécifique; ils descendent assez bas au-dessous du niveau pour que, au moment où la petite proportion de fibrine existant dans le sang vient à se solidifier, elle puisse former une légère couche grisâtre à la surface du caillot. La couenne, considérée isolément, ne peut donc donner, relativement aux états morbides auxquels elle correspond, que des notions très-vagues. L'inspection du caillot, qui, dans le dernier cas que nous signalons, est très-mou et quelquefois diffluent, peut mettre sur la voie; mais, par l'analyse seule, le médecin est en droit de se prononcer. (Voy. chap. 2.)

Je n'ai pas besoin, après ce qui précède, de réfuter les explications qui ont été données à différentes reprises sur la formation de la couenne. Ainsi, on l'a attribuée à la diminution dans la densité du sérum, ou à une augmentation dans celle des globules. Hewson (*Experimental inquiries*, 1774, t. 1, p. 47) a prouvé l'inexactitude de cette manière de voir, en montrant que les globules du sang normal ne se précipitent pas plus vite dans le sérum du sang qui a produit une couenne, ni les globules du sang malade dans le sérum du sang normal. M. Henle, s'appuyant sur l'ob-

servation microscopique, a remarqué, dit-il, que, dans le sang malade, les globules subissent une modification en vertu de laquelle ils tendent à s'accoler ensemble, à s'agglutiner, et comme ils se réunissent alors en piles dont la surface n'offre pas plus de résistance que celle d'un globule isolé, il devient plus facile à la pesanteur des globules de l'emporter sur celle du plasma; leur précipitation est donc plus rapide : de là, pour lui, la formation de la couenne.

M. Mulder (voy. Partie chimique) considère la couenne comme différant chimiquement de la fibrine : pour lui elle serait plus riche en oxygène. Il est très-possible, du reste, que cette oxygénation ne s'accomplisse que dans cette partie de la fibrine qui se solidifie à la surface du caillot, et par conséquent au contact de l'air. Il resterait donc à démontrer que la fibrine extraite du sang couenneux, à la sortie de la veine et lorsqu'il n'est pas encore coagulé, il resterait à prouver, dis-je, que la fibrine ainsi obtenue contient ce que M. Mulder désigne sous le nom de *tryoxiprotéine*. Cette expérience serait seule de nature à prouver que la couenne offre une différence chimique primitive avec la fibrine, et elle n'a pas été faite, je crois.

Je rappellerai, en terminant, quelques particularités relatives à l'albumine, et qui n'ont pu trouver place dans l'histoire chimique de cette substance.

L'homme jouit de la propriété de résister à l'élévation et à l'abaissement de la température, en conservant la sienne propre, qui est de $+ 37^{\circ}$ cent. environ. Les animaux à sang chaud ont aussi une température propre qu'ils conservent malgré les variations thermométriques. Ce pouvoir de résistance est bien plus étendu pour les basses températures que pour les températures élevées, puisque l'homme vit encore dans des climats où le froid peut être porté à $- 40^{\circ}$, $- 50^{\circ}$, et jusqu'à $- 70^{\circ}$, ainsi que cela arrive quelquefois

en Sibérie ; ce qui fait une différence de plus de 100° avec sa température propre. Au contraire , la température de $+ 75^{\circ}$, sauf quelques exceptions rares , est mortelle pour tous les animaux , au bout d'un certain temps , et marque la limite critique au-delà de laquelle les phénomènes de la vie ne peuvent plus s'accomplir. Cependant , dans ce dernier cas , il n'y a qu'une différence de 35° . N'est-ce pas à la propriété qu'a l'albumine de se coaguler à la même température , c'est-à-dire à celle de $+ 75^{\circ}$, qu'il faut attribuer la cessation de la circulation , et par suite celle des fonctions vitales ?

Les célèbres expériences de l'abbé Spallanzani sur les rotifères et les tardigrades ont longtemps été considérées comme des fables physiologiques ; mais , depuis qu'elles ont été répétées en Allemagne par plusieurs observateurs , et , en France , par M. Doyère , il n'est plus permis de mettre en doute leurs résultats. Ces expériences ont montré qu'on peut soumettre ces animalcules à une température de $+ 120^{\circ}$, et qu'en les humectant ensuite avec un peu d'eau ils reprenaient tous les caractères de la vie. La condition indispensable pour que ce phénomène curieux réussisse , c'est de faire préalablement dessécher à l'air le corps de ces petits animaux. Lorsqu'on chauffe l'animal vivant , c'est-à-dire humide , il meurt , et sa résurrection n'a plus lieu. Les propriétés de l'albumine , qui forme la base de ces petits êtres gélatineux , expliquent parfaitement ce qui se passe dans ces deux circonstances. L'albumine humide se coagule à 75° ; mais , lorsqu'elle est bien sèche , on peut la chauffer à un degré plus élevé , sans qu'elle éprouve d'altération , et elle n'a pas perdu le pouvoir de se gonfler et de se dissoudre de nouveau dans l'eau.

En versant dans du sérum frais une petite quantité d'acide sulfurique ou d'acide acétique , et en ajoutant environ deux fois le volume d'eau distillée , le liquide devient opalin ; on aperçoit

bientôt de petits flocons albumineux qui se déposent successivement au fond du vase ; et le liquide reprend sa transparence. Au bout de douze heures, la transparence est toujours la même ; mais, si on examine une goutte du liquide au microscope, on aperçoit dans son intérieur un travail d'organisation extrêmement curieux. Ce sont d'abord de petits corps sphériques ou petites vésicules, qui se couvrent bientôt de bourgeons. Ces bourgeons se développent et deviennent des tiges qui poussent des rameaux ; ces rameaux des ramuscules, et ainsi de suite ; ou bien plusieurs vésicules se disposent en ligne, s'accolent et se confondent. Au bout du quatrième jour, ces phénomènes intestins ont acquis un assez grand développement pour déterminer le trouble de la liqueur ; mais les flocons mucilagineux qui apparaissent alors, au lieu de descendre au fond du liquide, se tiennent à sa surface, où ils forment une sorte d'écume.

En substituant une atmosphère de gaz acide carbonique à l'atmosphère ordinaire, les mêmes phénomènes ne se produisent pas ; ils ne se produisent pas non plus au contact de l'hydrogène. L'air atmosphérique est donc indispensable au développement de ce végétal microscopique.

Le blanc d'œuf, la sérosité du péritoine, de la tunique vaginale, celle du pus séparé de ses globules, ont présenté les mêmes résultats. (MM. Andral et Gavarret, *Mém. sur un végét. micros.* ; janvier 1843.)

